

# MEMORIAS

DE LA

# REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

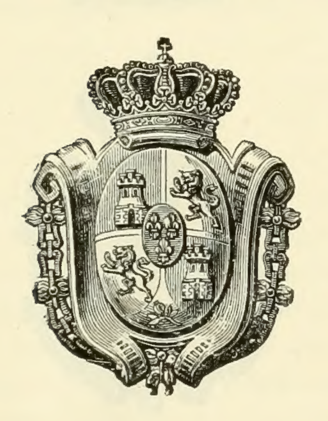
## DE MADRID.

# MEMORIAS

DE LA

# REAL ACADEMIA DE CIENCIAS.

TOMO III.



MADRID.

POR AGUADO, IMPRESOR DE CAMARA DE S. M. Y DE SU REAL CASA.

1855.

*Publicado por acuerdo de la Academia.*

El Secretario perpétuo,

*M. Lorente.*

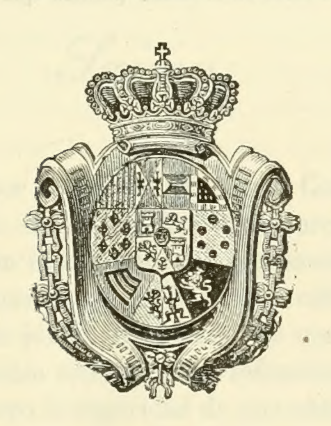
# MEMORIAS

DE LA

# REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

# DE MADRID.

2.ª SERIE. — CIENCIAS FISICAS. — TOMO 1.º — 1.ª PARTE.



MADRID.

POR AGUADO, IMPRESOR DE CAMARA DE S. M. Y DE SU REAL CASA.

1855.

## NOTAS.

1.ª La Academia no adopta ni rehusa las opiniones de sus individuos: cada autor es responsable de lo que contengan sus escritos.

2.ª Los Discursos de recepcion de Académicos se incluirán entre las Memorias de la Academia, imprimiéndose en la primera publicacion que aparezca despues de aquel acto. En su consecuencia, se coloca á la cabeza de esta primera parte del tomo 1.º de Ciencias físicas el Discurso leido en la sesion pública que con ese objeto se celebró en 6 de mayo de 1855.

# BREVE RESEÑA

DE LA

# HISTORIA Y PROGRESOS DE LA ASTRONOMIA.

DISCURSO LEIDO

## POR EL SR. D. ANTONIO AGUILAR Y VELA

en la sesion pública de su recepcion como Académico numerario, celebrada el dia 6 de mayo de 1855.

*Señores:*

Al dirijir mi palabra por la vez primera á una *Corporacion tan respetable* que llama hoy á su seno tan ilustrada concurrencia, cumplo, Señores, con una prescripcion indeclinable del reglamento de esta sábia Academia. Si hubiera encontrado medio hábil de evadir aquel precepto yo le hubiera adoptado con júbilo, convencido de que mi escaso saber no logrará presentar á vuestra consideracion reflexiones dignas de vuestra ciencia. Me alienta empero la seguridad de que obtendré de vosotros en este momento la misma indulgencia que habeis manifestado ya en el hecho de elegirme colega vuestro, cuando en mí no existen merecimientos dignos de tan señalada honra. Justo es por tanto que me apresure á manifestaros mi profundo agradecimiento por la distincion con que me habeis honrado. Comprendo toda la responsabilidad que cae sobre mí á

consecuencia de este nombramiento, y conozco que solo el estudio asíduo y constante, con esclusion de toda otra clase de ocupaciones, es el único medio de llenar un puesto dignamente en esta Corporacion científica.

Mis obligaciones para con vosotros son tanto mayores, cuanto que soy llamado para ocupar la vacante que ha ocasionado la pérdida del Brigadier D. Fernando García San Pedro, Presidente de la Seccion de Ciencias exactas. La temprana muerte de este ilustre español será por mucho tiempo sentida en nuestro pais; no tengo necesidad de encareceros las distinguidas cualidades de que mi antecesor se hallaba adornado, puesto que le conocíais mejor que yo: su sabiduría igualaba solo á su modestia.

La importancia de la Astronomía, la exactitud y perfeccion que ha alcanzado en el siglo actual, y los sublimes principios demostrados hasta el presente, son efecto de largos y muy penosos estudios, á que desde los tiempos mas remotos se ha entregado la humanidad, atónita siempre al contemplar, y deseosa de comprender la maravillosa estructura de la bóveda celeste. Por esta razon, y habiendo tenido la suerte de dedicar mis cortos estudios á tan elevada ciencia, me ha parecido conveniente presentar á vuestra consideracion, delineado á grandes rasgos, el cuadro de los adelantos de la misma, haciendo breves observaciones sobre los progresos de la astronomía, y mas particularmente sobre los del siglo actual.

La tendencia natural á la contemplacion de los fenómenos celestes, y que no debe verdaderamente recibir el nombre de observacion, es la causa de que no podamos dar la denominacion de ciencia á los conocimientos que los caldeos, los chinos y los egipcios tenian sobre el movimiento de los astros. Las hipótesis á que la civilizacion de aquellos pueblos se prestaba, hipótesis que el carácter de sus absurdas religiones contribuia á trasmitir invariables de generacion en generacion, ocasionaron el poco adelanto de la Astronomía entre aquellos pueblos, que lograron solamente llegar á predecir algunos fenómenos, y formar ciclos mas ó menos largos, pero todos igualmente inexactos.

La Astronomía aunque imperfecta empieza en la Grecia. Las consi-

deraciones matemáticas, perfeccionando las vagas nociones que poseian los pueblos de Oriente, dan á la ciencia el impulso que ellas mismas adquirian con la necesidad de esplicar los fenómenos celestes; y aqui haré notar, Señores, que desde los primeros tiempos esta ciencia ha contribuido mas que otra alguna á los progresos de las matemáticas, siendo por decirlo asi su mas constante aguijon.

Hiparco reconoce la precesion de los equinoccios, aplica la trigonometría á la Astronomía, determina la desigualdad de los movimientos del Sol y de la Luna, forma un catálogo de estrellas, y da reglas para el cálculo de los eclipses.

Ptolomeo publica el sistema que injustamente lleva su nombre; y digo injustamente, porque todos los principios en que se funda estaban descubiertos con mucha anterioridad á su época. El no hizo mas que reunir en su *Sintáxis matemática* los elementos conocidos y demostrados por Hiparco, sin añadir un solo argumento que les comunicara mayor fuerza de la que anteriormente tenian.

Los griegos, que se dividian en tantas escuelas astronómicas, no comprendieron sin embargo que solo la observacion contínua de los fenómenos es la que puede suministrarnos medios para conocer exactamente las leyes de la naturaleza, porque en medio de su alta civilizacion no llegaron á establecer los saludables principios que debemos á Bacon, y que un siglo antes habia anunciado el célebre florentino Leonardo de Vinci, diciendo: *Cominciare dall'esperienza, et per mezzo di questa scuoprire la ragione.*

Los árabes, que recibieron la ciencia de los griegos, consiguieron pocos adelantos en la misma, porque jamás osaron tocar á los grandes principios de Hiparco; pero aventajaron á sus maestros en la manera de hacer las observaciones. Conocida es de todos la justa celebridad del libro de Albategnius: Almanzor y Azachel en nuestra España hallan separadamente en el siglo XII la oblicuidad de la eclíptica, cuyo valor no difiere en un *minuto* del verdadero. La atencion particular que dieron á la gnomónica, y á la construccion de sus clipsidros, les facilitaba el apreciar con mas exactitud el tiempo verdadero del acaecimiento de un fenómeno. La posicion de las estrellas, el valor de la precesion de los equi-

noccios, la duracion del año trópico, la escentricidad del Sol, fueron determinados con mas precision que por los astrónomos griegos.

El mayor número y la mayor exactitud de las observaciones de los árabes, contribuyeron tambien á la formacion de las famosas tablas Alfonsinas, que formarán época en la historia de la ciencia; tablas que, aunque imperfectas, aventajan mucho á las de Ptolomeo, y serán siempre un monumento glorioso de la proteccion que nuestro sábio Rey dispensara á los hombres de ciencia, proteccion que no miraba ni la diferencia de razas, ni la encarnizada lucha que sosteníamos contra aquellos pueblos. La complicada ciencia de los griegos, perfeccionada por las observaciones de los árabes y comunicada despues al resto de la Europa, tenia por fundamento el sistema llamado de Ptolomeo, sistema falso en sus principios, y que á pesar de no esplicar satisfactoriamente todos los fenómenos, fue respetado hasta el punto de no presentarse por mucho tiempo una inteligencia bastante poderosa para intentar la investigacion de otro mas sencillo, sobreponiéndose de este modo á la tradicion de una creencia errónea, y que no satisfacia á los hombres pensadores si tenemos en cuenta el célebre dicho de nuestro sábio Rey D. Alfonso. Mucho repugnaria á éste la idea de una octava esfera girando en veinticuatro horas al rededor del polo del ecuador, y en treinta y seis mil años al rededor del polo de la eclíptica, que esplicaba el movimiento en longitud de las estrellas debido solo á la precesion, cuando al pensar en esta hipótesis esclamó: *Si Dios me hubiera tomado consejo, mas sencillo sería el sistema del mundo*. Mas sencillo es en efecto: sin embargo, aquel sábio no puso en duda los principios hasta entonces admitidos, y que espuestos por Hiparco en la Grecia, imposibilitaron por espacio de diez y ocho siglos los progresos de la Astronomía.

La época del renacimiento de las artes y de las letras, tan célebre en magníficos descubrimientos, fue tambien la destinada para sacar á la Astronomía de este estado de postracion, y comunicarle el impulso que ha recibido en nuestros dias. Copérnico destruye las teorias hasta entonces admitidas, y abre el camino para los ulteriores adelantos. Su sistema no llega sin embargo á la perfeccion, por obstinarse su autor en hacer girar los planetas en órbitas circulares y con movimiento unifor-

me. El Sol no podia de este modo ocupar el centro de estos círculos, quedando reducida su influencia á comunicar luz y calor á los demás cuerpos del sistema planetario. Era sin embargo necesario adoptar principios que esplicasen con toda precision las apariencias de los movimientos celestes, y deducir de las mismas observaciones las leyes del sistema. Repetíanse aquellas por algunos observadores, proporcionando á Keplero los medios de recopilar su magnífica teoría del movimiento de los planetas en las leyes que con justicia han recibido su nombre. Con efecto Keplero, despues de 17 años de un trabajo no interrumpido, vió coronados sus esfuerzos con el éxito mas brillante, y los principios del sábio legislador de la mas hermosa de las ciencias de la naturaleza, fueron comprobados con los planetas conocidos entonces, como lo han sido despues con los que sucesivamente se han descubierto. Keplero sospechó ya la presencia de un planeta entre Marte y Júpiter, y otro entre Mercurio y Venus.

Tycho-Brahe, que hizo retrasar la ciencia con el absurdo sistema que lleva su nombre, es digno del mayor aprecio de los astrónomos por la exactitud de sus observaciones, con las cuales Keplero halló primero para el planeta Marte, y verificó despues para los otros, la relacion que existe entre los cuadrados de los tiempos de las revoluciones y los cubos de las distancias medias.

Esta época es notable por los numerosos descubrimientos que vinieron á auxiliar á los estudios astronómicos. Galileo halla las leyes del descenso de los cuerpos; el Dr. D'Huygens aplica el péndulo á los relojes; Lippershey, holandés, inventa el anteojo astronómico que Morin aplica á los instrumentos divididos, aunque no pudo sacarse de esta feliz idea todo el partido apetecido, hasta que Picard pensó en colocar una cruz filar en el foco del anteojo.

Se hallaban preparados todos los materiales para que un hombre superior sacase partido de ellos, descubriendo una ley primordial, de la que no fueran sino un corolario las descubiertas hasta entonces. Estaba destinada Inglaterra para producir aquel genio; estaba destinado Newton para ser la gloria de su siglo. El advenimiento de este grande hombre causa en la ciencia mayores adelantos que los obtenidos desde los tiempos de Hiparco; siendo de admirar que Newton llegara á deducir

del principio de la atraccion universal consecuencias que solo el análisis ha podido demostrarnos despues, análisis que se hallaba muy atrasado, como que al mismo Newton cupo tambien la gloria de iniciar los elementos del cálculo infinitesimal, sin cuyo auxilio hubiéramos sido impotentes para llevar la Astronomía á la admirable sencillez de nuestras fórmulas modernas.

La historia de los conocimientos humanos nos pone en evidencia la dificultad que hay en descubrir las grandes leyes que rijen al universo. Copérnico destruye los principios de Ptolomeo, y no tiene valor para remontarse á buscar las causas de su sistema. Keplero perfecciona la obra de Copérnico, y sin embargo no llega á encontrar el principio de la atraccion, que tan sencillamente esplica el movimiento elíptico, la proporcionalidad de las áreas, y la relacion entre los tiempos de las revoluciones y los semi-ejes mayores de las órbitas. El mismo Newton no se atreve á aplicar el cálculo de las fluxiones á los principios que descubriera, empleando en su defecto demostraciones largas y no siempre rigorosas. Pero si la historia de nuestros adelantos prueba nuestra debilidad, sirve al mismo tiempo para hacer resaltar la sabiduría de Dios en la manera de disponer los sucesos para el engrandecimiento y honra de la humanidad. Copérnico, dotado sin duda de grande ingenio, se satisface con esplicar el movimiento de los planetas con ocho minutos de aproximacion (son sus palabras). Keplero, menos facil de contentar, por no admitir este error busca relaciones que liguen entre sí las diferentes partes que constituyen el sistema del mundo; al mismo tiempo los métodos de observacion se perfeccionan, y todo parece dispuesto para el advenimiento de Newton. Las verdades descubiertas por este coloso son de tal importancia, que se necesitan muchos grandes genios para perfeccionar el análisis matemático y aplicarlo al nuevo sistema del mundo. Pues bien, Euler, D'Alembert, Clairaut, Lagrange, Laplace y otros menos notables se presentan en la escena, y completan la obra inaugurada por Newton. Ved, Señores, si puede haber lógica mas severa que la que presenta la naturaleza en la produccion de sus hombres célebres. Pero antes de pasar adelante veamos lo que era de la astronomía práctica en el siglo pasado.

La determinacion exacta de las *ascensiones rectas* y *declinaciones* de las estrellas, que da lugar á la formacion de catálogos y sirve de base á la Astronomía moderna, era uno de los trabajos á que con mas perseverancia y con mayor gloria se dedicaba el infatigable Flamsteed. Este mismo sabio, lo mismo que Picard en sus incesantes trabajos sobre la situacion de los astros, habia notado, y principalmente hácia la region polar, ciertas irregularidades en el movimiento de las estrellas, que todos atribuian á la paralage ánua. Bradley tuvo la felicidad de esplicar la causa de estos movimientos en la aberracion de la luz, prueba irrecusable del movimiento de traslacion de la tierra, y que aseguraba para siempre el sistema de Copérnico. Pero este mismo Bradley, que tan satisfactoriamente esplicó el fenómeno de que acabo de hacer mencion, no hizo despues mas que descubrir la existencia de otro pequeño movimiento conocido con el nombre de nutacion del eje terrestre, dejando á su vez á D'Alembert la esplicacion del fenómeno: rara vez el que hace un descubrimiento tiene la gloria de esplicarle, ó deducir las consecuencias á que despues da lugar. Otros muchos astrónomos se dedicaron despues á perfeccionar los trabajos de Flamsteed, Bradley, etc.; el escelente catálogo de estrellas de Lacaille, y los importantes trabajos de Maskeline, que tanto contribuyeron á perfeccionar los métodos de observacion, prueban los adelantos obtenidos en la astronomía práctica durante el pasado siglo. Lacaille fue uno de los astrónomos que se distribuyeron por todo el globo para observar el paso de Venus por el disco del Sol, y deducir de la comparacion de estas observaciones la paralage de este astro. No puedo pasar en silencio la parte que ha tomado en los prolijos cálculos de los pasos de Mercurio y Venus nuestro sabio compatriota D. Joaquin Ferrer, tan apreciado de todos los astrónomos. El servicio mayor que Maskeline prestó á la Astronomía, fue el empeño que mostró en establecer la práctica de que sus observaciones se publicaran anualmente; práctica que no se ha interrumpido aún, y por la cual el Observatorio de Greenwich ostenta con orgullo una coleccion de observaciones única en su género, y que ha servido de base á la perfeccion que hoy dia tienen las tablas del Sol, de la Luna y de los planetas.

La mayor parte de los adelantos verificados en el siglo XVIII fueron

debidos á las Academias de Ciencias, en donde los sabios de aquella época discutian nuevamente los descubrimientos de sus compañeros, libres de la presion bajo que camina nuestro entendimiento cuando tiene que juzgar sus propias obras. La historia de las Reales Academias de Londres, París, Berlin, etc., constituye la historia misma de las ciencias.

Nuestro siglo no puede gloriarse de haber hecho descubrimientos fundamentales, como los que se verificaron en los siglos XVII y XVIII, pero ha perfeccionado de una manera tal los principios que aquellos nos trasmitieron, que bien puede con razon decirse ha sido reconstruida la ciencia, elevándola en muchos puntos á un grado que parece difícil superar.

Lagrange, Laplace y Poisson son los tres geómetras que mas han contribuido á esplicar claramente, por medio de un análisis uniforme y elegante, todas las cuestiones de astronomía física. Existe entre los dos primeros esa noble emulacion, tan conveniente para el adelanto de las ciencias, y que de tan brillantes resultados coronó las difíciles tareas de los dos sabios del Instituto de Francia. El análisis es para Lagrange la primera ciencia, el primordial objeto de sus tareas; la mecánica celeste una de sus aplicaciones. El descubrimiento de los secretos de la naturaleza es por el contrario la principal aspiracion de Laplace; el análisis en sus manos viene solo á ser un instrumento que maneja con admirable destreza. El primero adelanta el cálculo infinitesimal, demuestra en uno de los primeros teoremas de su mecánica la invariabilidad de los ejes mayores de las órbitas planetarias, y halla la causa de la libracion de la Luna. El segundo, con el auxilio del análisis perfecto que Lagrange habia creado, encuentra la espresion de las variaciones seculares de las inclinaciones de las órbitas planetarias, probando la estabilidad del sistema solar; estabilidad de que el mismo Newton habia dudado, creyendo que de tiempo en tiempo el Criador tendria necesidad de restablecer el equilibrio perdido por las variaciones que sufrian los elementos elípticos del sistema.

Lagrange, por un simple error de cálculo en una memoria sobre la ecuacion secular de la Luna, deja á Laplace la gloria de descubrir la causa que la produce. Este por fin deduce las grandes desigualdades de

Júpiter y Saturno de la relacion singular que existe entre los movimientos medios de estos dos astros, resuelve el problema del flujo y reflujo del mar, y da fórmulas para todos los movimientos del sistema planetario y sus variaciones periódicas y seculares, de modo que el astrónomo en su gabinete pueda calcular las posiciones que han debido tener estos astros en los tiempos que pasaron, ó la que tendrán en siglos venideros.

Poisson sucede á Laplace en la oficina de Longitudes de Francia, y vuelve á ocuparse de la estabilidad del sistema solar, demostrada por el último, haciendo ver que lo que aquel geómetra habia probado ser cierto hasta las cantidades de segundo orden, tiene lugar tambien cuando se consideran las de órdenes superiores. A este sábio debemos el complemento del trabajo de Lagrange sobre la libracion de la Luna, teniendo en consideracion términos que afectan la inclinacion del ecuador lunar sobre la eclíptica, y la posicion de la línea de los nodos de estos dos planos. La invariabilidad del dia sidéreo, el movimiento de rotacion de la tierra, las desigualdades de los movimientos medios de los planetas forman la menor parte de los trabajos verificados por el profesor de Mecánica de la Facultad de Ciencias de París. Es doloroso considerar la manera de haberse ocultado á Poisson uno de los resultados que mas gloria le hubieran dado. En su escelente memoria sobre el movimiento de los proyectiles en el aire, teniendo en cuenta la rotacion de la tierra, deduce este geómetra que la fuerza perpendicular al plano de oscilacion es demasiado pequeña para poder alejar sensiblemente el péndulo del plano en que se mueve, y que por consiguiente esta fuerza no puede tener ninguna influencia apreciable sobre su movimiento. Esta deduccion está, sin embargo, en contradiccion manifiesta con los esperimentos ejecutados en 1851 por Mr. Foucault; esperimentos que nos han dado una prueba física del movimiento diurno de nuestro planeta, haciéndonos presenciar el fenómeno cuya esplicacion mas se ha resistido á los antiguos astrónomos. Un resultado semejante parece que envuelve una acusacion contra Poisson, y suministra á los enemigos del análisis un motivo para probar la insuficiencia de este medio de investigacion. Pero nada mas inútil para el objeto que el error de que me he hecho cargo. ¿Hay alguno que pueda dudarlo? Pues bien, plantee el problema como lo es-

tableció Poisson, haga los cálculos á que da lugar, y con el cambio de un signo y la sustitucion de un *coseno* por un *seno*, tendrá que sumar dos términos que por este doble error eliminó aquel geómetra, y llegará sin duda alguna á un principio que esté en armonía con el resultado obtenido posteriormente. Cuántas otras verdades permanecerán por mucho tiempo ocultas á nuestras investigaciones por causas análogas á la que acabo de enunciar!

Entre los innumerables trabajos teóricos de la ciencia en nuestros dias, descuella uno, tanto por la novedad del objeto como por el señalado triunfo del análisis, compañero inseparable de la Astronomía. Basta esta sola indicacion para que todos hayan pronunciado ya el nombre de Leverrier. Hacia tiempo que los astrónomos habian notado la poca conformidad que existia entre las observaciones de Urano, descubierto por Herschel en 1781, y los lugares calculados por las tablas de Bouvard. Investigando nuevos elementos elípticos con las observaciones modernas no podian representarse los lugares de este planeta que Flamsteed, Mayer, Bradley y Lemonier habian observado como estrella fija: errores de tanta consideracion no podian suponerse en estos hábiles astrónomos; semejantes perturbaciones no podian provenir sino de un cuerpo desconocido en nuestro sistema. El nuevo Cristobal Colon, segun la espresion de un sábio, se encarga de hacer para la ciencia la conquista de un nuevo mundo. Sin mas auxilio que las leyes de la mecánica y sus grandes recursos en el análisis, deduce la posicion de la órbita del planeta perturbador, y el lugar que en ella ocupa, ve desde su gabinete que el nuevo astro se aproxima á la oposicion, y avisa á los astrónomos que aprovechen tan feliz coyuntura para buscarlo en el cielo. Hasta la época de este descubrimiento solo habíamos estado en comunicacion con los cuerpos celestes por los rayos de luz propia ó reflejada que nos emitian, en adelante podremos conocer la situacion de un astro, su distancia, su masa, sin que nuestros instrumentos tengan tal vez suficiente poder para contemplarlo. Galle en Berlin es el destinado por la suerte para anunciar á Leverrier pocos dias despues la exactitud de sus cálculos, que ensanchaba en una mitad mas las dimensiones del sistema planetario. Adams, joven geómetra inglés, menos afortunado pero no menos digno de que su nombre vaya unido siempre á la historia de este gran triunfo

de la ciencia, se ocupaba de la resolucion del mismo problema, cuando supo el descubrimiento de Galle. El método de Adams es distinto del que siguió Leverrier, y la historia de las ciencias nos presenta muchos ejemplos de descubrimientos simultáneos hechos por diferentes caminos.

Si grandes son los adelantos verificados por el análisis y la mecánica celeste, no son menores los que se han conseguido en la Astronomía práctica. Contribuyen á esto primeramente los adelantos hechos en los medios auxiliares de observacion. Los instrumentos construidos por Bird, Ramsden y Troughton en Inglaterra, y el descubrimiento de Dollond para obtener anteojos acromáticos, perfeccionado despues por el célebre Fraunhofer, verifican una revolucion completa en la historia de los aparatos destinados á las observaciones astronómicas. La construccion de los péndulos se eleva á una maravillosa sencillez, al paso que Gambey en Francia y Reichenbach en Alemania, hacen en los limbos de los instrumentos divisiones de una exactitud fabulosa. Hoy dia, Merz sostiene sin rival la reputacion de su antecesor Fraunhofer, y los Sres. Repsold en Hamburgo y Ertel en Munich hacen instrumentos de una elegancia y exactitud, que son la admiracion creciente de los que tienen que usarlos. La culta Europa se complace en rendir el homenage de admiracion que se merecen estos artistas. Asi vemos que el último emperador de Rusia no se desdeñaba en tributar las mayores distinciones á los constructores de los instrumentos del Observatorio imperial de Pulkova; y no hace muchos meses que el Gefe de la Iglesia Católica ha concedido una de las mas honoríficas condecoraciones al autor de la ecuatorial que acaba de establecerse en el Observatorio de Roma.

El primer dia del siglo actual es célebre en la historia de la Astronomía por haberse hecho el descubrimiento de Ceres, primero de esa multitud de asteroides que circulan entre Marte y Júpiter; verificándose de este modo la prediccion de Keplero, que habia adquirido mayor fuerza desde que Bode estableció la ley empírica que siguen las distancias medias de los planetas, y que sin embargo ha venido á desmentir el planeta Neptuno. Los astrónomos alemanes se habian dividido el cielo en zonas para facilitar el descubrimiento del nuevo astro, cuando supieron que Piazzi, ocupado en la formacion de su famoso catálogo, habia sido mas afortunado que ellos. Al descubrimiento de Ceres añadió Olbers los de

Pallas y Vesta, y Harding el de Juno. Desde 1807 hasta 1845 el sistema planetario no se enriqueció con ningun otro cuerpo; pero en nuestros dias, gracias al gran número de observatorios que trabajan incesantemente, y á la perfeccion y fuerza óptica de los instrumentos modernos, contamos 33 planetas cuyas órbitas están comprendidas entre Marte y Júpiter. El volumen de los asteróides es tan pequeño, que alguno de ellos no presenta mayor superficie que la de nuestra Península; y las escentricidades de sus órbitas son en algunos muy superiores á la de los antiguos planetas (1). Los nombres de Hind, Gasparis, Luther, Chacornac y otros célebres observadores irán siempre unidos á la historia de los planetas descubiertos en estos últimos años. Pero si estos observadores son dignos de la mayor consideracion, la principal gloria corresponde á Bessel y á la Academia de Ciencias de Berlin, que siguiendo la idea de aquel célebre astrónomo está publicando unas cartas celestes de la mayor perfeccion, comprendiendo todas las estrellas hasta la décima magnitud situadas entre +15° y —15° de declinacion, y que sirven de guia á todos los observadores que se han dedicado á la penosa tarea de descubrir nuevos cuerpos planetarios.

Gauss, que hace pocos dias era el digno decano de los astrónomos, y cuya reciente pérdida deploran todos los amigos de las ciencias, tenia el raro privilegio de cultivar con igual fortuna la Astronomía práctica y la Astronomía teórica. La *Correspondencia astronómica* del Baron de Zach, y el periódico *Astronomichen Nachrichten*, obras que tanto han contribuido á los progresos de la astronomía, están llenas de los muchos trabajos ejecutados en el observatorio de Gottinga; trabajos suficientes para colocar á cualquier astrónomo entre los prácticos mas eminentes, y que no le han impedido publicar la *Teoria motus corporum cœlestium*, obra clásica de la mas alta importancia hoy dia, en que el descubrimiento de nuevos planetas ha venido á ser un acontecimiento vulgar, y en que el cálculo de la órbita de un planeta con tres ó cuatro observaciones geométricas, es uno de los que con mas frecuencia se ejecutan en todos los observatorios. El es tambien el creador de una nueva ciencia, que tantos progresos está

(1) La escentricidad de la órbita de Polimnia, el último de los descubiertos, es de 0,346.

haciendo, y que se llama magnetismo terrestre, y uno de los matemáticos mas distinguidos de nuestra época. Carlini, Burkard, Damoisseau, Delambre y otros perfeccionan las tablas de Sol, Luna y planetas, que sirven para representar, con una admirable exactitud y sencillez, la posicion de los cuerpos de nuestro sistema. Sin embargo, las tablas de la Luna dejan aún algo que desear, y pueden conducir á errores de alguna consideracion, como lo ha hecho ver Adams, tanto en los términos que Burkard no apreció en la paralage lunar, como en los que despreció Laplace en la desigualdad secular del movimiento medio de la Luna, y que puede influir de una manera sensible en la determinacion de fechas de algunos eclipses antiguos. Las observaciones de Luna verificadas desde 1750 á 1830, reducidas y publicadas bajo la inteligente direccion de Mr. Airy, permiten construir tablas mas perfectas que las que hoy existen. Este trabajo colosal ha sido emprendido por el Sr. Hansen, de Gotta, y se encuentra muy adelantado en el dia. La comparacion hecha entre los lugares de Luna calculados por sus nuevas tablas y las observaciones de Greenwich y Dorpat dan resultados tan satisfactorios, que nada dejan que desear; habiendo sacado de la discusion de estas observaciones una consecuencia por demás curiosa acerca de la gran distancia que media entre el centro de gravedad de la Luna y su centro de figura, consecuencia que modifica estraordinariamente las hipótesis existentes sobre la constitucion física de nuestro satélite.

Si de los planetas pasamos á considerar los cometas, observaremos que no han sido menores los triunfos conseguidos en su estudio por la moderna Astronomía. Para Keplero y Newton fué un objeto de prediliccion aquel estudio, y su teoría debe los mayores adelantos á los esfuerzos de Olbers, Gauss, Bessel y Encke. La aparicion de los cometas, que eran el terror de las generaciones pasadas, se repite hoy dia con tanta frecuencia, que todos los acontecimientos notables tienen la seguridad de verificarse con la presencia de uno de estos astros, á cuya influencia puede el vulgo atribuirlos, verificándose el dicho de Keplero, *ut piscis in Oceano*. Sin embargo, es muy pequeño el número de los cometas cuyas órbitas sean bien conocidas: cinco ó seis de estos astros invisibles para la multitud, son cada año el objeto de la actividad

:

de los astrónomos, observándolos en una parte de su órbita, determinando sus elementos, ya parabólicos ya elípticos, calculando las perturbaciones causadas por los planetas, y aun verificando por su medio la masa de estos mismos, como ha sucedido con el llamado de Encke, que ha servido para comprobar la masa de Júpiter, y disminuir algun tanto lo que se habia asignado á Mercurio. El cometa de corto periodo de Biela, es el que inspira hoy dia mayor interés. La circunstancia de cortar la órbita de este cometa á la de la tierra, habia dado ya origen á grandes discusiones sobre la posibilidad de un choque entre estos dos astros y la perturbacion causada en el eje de rotacion de la tierra, cuando la division de este cometa en dos, y casi á la vista de los astrónomos, en 1846, ha venido á hacer subir de punto la curiosidad que este cuerpo inspira. La aparicion de 1852 no ha podido desvanecer las dudas que se presentan sobre este enigmático problema, que la Academia de ciencias de San Petersburgo ha hecho objeto de un premio estraordinario. Ni las efemérides publicadas por el Sr. Santini, Director del Observatorio de Padua, concuerdan con los lugares observados, ni los trabajos verificados últimamente por D'Arrest, le han conducido á poder representar la órbita que describe el centro de gravedad de este primer sistema binario de cometas, ni los cambios relativos en la posicion de estos dos núcleos. Fuerza será esperar la aparicion de 1859 y tal vez la de 1865, para que con mayor número de datos se pueda resolver esta cuestion.

A la manera que la observacion continuada de los fenómenos de nuestro sistema, ayudada de un método de induccion riguroso, nos ha conducido al cabal conocimiento de las leyes que rijen al sistema planetario, del mismo modo puede abrazarse el problema mas general de la estructura del universo, señalando la marcha que en este océano insondable sigue el Sol con toda su cohorte de planetas y cometas. Los astrónomos, acostumbrados á ceder solo á la evidencia en materias científicas, no se dieron por satisfechos con las hipótesis puramente especulativas de Kant, Lambert y otros filósofos, y Herschel el primero ha planteado la resolucion de un problema complicado cual ninguno de los que se han ofrecido á nuestra inteligencia, y cuyo conocimiento está reservado á los siglos futuros. Para la resolucion de este problema se

han empezado trabajos muy importantes, que continuados con asiduidad producirán al fin al deseado objeto. Para conocer el número y situacion de las estrellas se han hecho ya largos y minuciosos catálogos de las mismas; importantes trabajos sobre la paralage disponen los medios de averiguar la distancia que nos separa de aquellos astros; se estudia detenidamente el número de estrellas dobles; se hacen investigaciones sobre los diferentes colores de todas ellas, sobre la variabilidad en sus magnitudes, y por último, se van recojiendo datos sobre el movimiento propio de todo el sistema estelar.

Entre los catálogos de estrellas merece llamar la atencion el de Piazzi, cuyas observaciones originales han sido publicadas últimamente por el Sr. Littrow con el título de *Historia celeste del observatorio de Palermo*. La asociacion británica con el que lleva su nombre, y dando á luz la Historia celeste francesa de Lalande, ha hecho á la ciencia un importante servicio. Por último, Rumker con las posiciones de 12.000 estrellas por él observadas y calculadas, y Weisse con el que lleva su nombre, deducidas de las zonas de Bessel, y que comprende 32.000 estrellas, nos proporcionan los trabajos mas notables que sobre este punto se han verificado.

Hemos visto que Flamsteed, Picard y otros astrónomos creian haber descubierto la paralage de las estrellas en los pequeños movimientos que eran debidos á la aberracion de la luz y á la nutacion del eje terrestre. Piazzi, guiado por la idea errónea de que las estrellas mas brillantes son tambien las mas próximas á la tierra, emprendió la determinacion de la paralage de Aldebaran, Sirio, Procion y otras, pero sin resultado satisfactorio. Bessel, auxiliado de un gran heliómetro de Fraunhofer, ha puesto fuera de duda la paralage de algunas estrellas, siendo la mas notable la 61 del Cisne, cuyo valor de 0,348 nos prueba que la distancia que nos separa de aquel astro es tal, que la luz que él mismo nos envia tarda mas de 9 años en llegar á nuestro planeta. No puedo pasar adelante sin fijarme en las obras que mas han contribuido á los adelantos de la astronomía práctica, sin llamar vuestra atencion sobre los importantes trabajos del astrónomo de Kœnigsberg. Su *fundamenta astronomia*, deducida de las observaciones de Bradley,

sus *Tabulæ regiomontanæ*, base fundamental de la reduccion de las observaciones modernas, los trabajos sobre paralage y movimiento propio de las estrellas, la medicion de un arco de meridiano en la Prusia Oriental, etc., etc., son tales, que los estrechos límites que me son impuestos no me permiten examinar cual quisiera. Baste decir, que los trabajos que ha dado á luz suben al prodijioso número de 380, y que sería dificil encontrar una sola cuestion de Astronomía que no haya sido tratada por Bessel con la destreza, sencillez y profundidad de miras que solo es peculiar de los grandes hombres.

El estudio de las estrellas dobles, cuya circunstancia segun Struve tienen tal vez la tercera parte de las observadas, ha hecho ver que el principio de la atraccion universal no se verifica solamente respecto de los planetas, sino que se estiende á estos sistemas binarios de estrellas, cuya dependencia mútua está fuera de toda duda desde que la $\eta$ *Coronæ borealis*, $\zeta$ *Cancri* y otras han cumplido una revolucion desde la época de su descubrimiento.

Las estrellas sencillas tienen tambien pequeños movimientos, que pueden ser producidos segun Bessel por las atracciones de otros cuerpos opacos. Este movimiento propio de las estrellas no puede confundirse con otro aparente que pertenece á todas ellas, y que proviene del movimiento del centro de gravedad de nuestro sistema hácia un punto de la constelacion de Hércules, segun los recientes trabajos de Argelander y otros astrónomos. El espíritu de moderacion y reserva que distingue á la ciencia en la actualidad, hace que no se den por resueltas tan importantes cuestiones; sin embargo, vemos ya que el movimiento y la vida son el atributo general de la naturaleza; existe lo mismo en las profundidades del Océano, como en los pobres vejetales que viven sobre las rocas de las escarpadas montañas; lo mismo en nuestro satélite como en las nebulosas mas lejanas. Con gusto indicaria siquiera las aplicaciones que á la Astronomía se han hecho del electro-magnetismo, de los trabajos fotométricos, que están llamados á dejar á las generaciones venideras la imagen viva de nuestro sistema estelar de las nebulosas, y de tantos otros fenómenos no menos importantes, si el temor de molestar demasiado vuestra benévola atencion, y la imposibilidad de hablar

de todos ellos, no me prescribiese suspender esta lijera reseña de los adelantos verificados en la Astronomía.

Y en medio de este movimiento científico, cuando Alemania, Inglaterra, Francia, Rusia y la misma Italia se disputan la gloria de ser las primeras en contribuir á los adelantos de esta ciencia, ¿qué parte ha tomado España, favorecida por la naturaleza con un cielo tan hermoso para hacer buenas observaciones? Triste es decirlo, pero muy poco hemos contribuido al levantamiento de este suntuoso templo que tanto honra á la humanidad; sin que por esto se crea que hemos carecido de hombres que hayan estado á la altura de los progresos de la ciencia. Jorge Juan, Antonio Ulloa, Mendoza, Rodriguez, Ferrer, Sanchez Cerquero, han sido astrónomos distinguidos. ¿Será la culpa del Gobierno que no ha proporcionado los medios costosos de hacer observaciones? La construccion de los observatorios de San Fernando y Madrid; la costosa coleccion de instrumentos comprada á fines del siglo pasado para este último; la creacion del cuerpo de cosmógrafos, etc., etc., son otras tantas pruebas de que el Gobierno de España ha tratado siempre de sacar á esta ciencia del estado de abandono y postracion en que se hallaba. Pero la guerra de la Independencia y nuestras discordias civiles, no solo paralizaron los trabajos empezados, sino que destruyeron lo que se habia alcanzado con tanto trabajo. Por fin, á un sábio ilustre que no hace mucho tiempo esta Academia contaba con orgullo entre sus individuos, cupo la suerte de establecer y aclimatar ya para siempre el estudio de la Astronomía en nuestro suelo. El observatorio de San Fernando, desde aquella época, es digno émulo de los establecimientos de igual género en el estrangero, tanto por la bondad de los instrumentos, cuanto por la inteligencia con que se dirijen las observaciones.

Los esfuerzos que el Gobierno de S. M. la Reina viene haciendo desde 1847, han permitido hace tres años que se verifique la instalacion del Observatorio de Madrid, sin que por la necesaria lentitud en la construccion de grandes instrumentos haya sido posible hasta hace tres meses colocar el gran círculo meridiano de Repsold, de las mayores dimensiones conocidas. Las observaciones verificadas desde su instalacion, hacen esperar que no será inferior á los muchos que aquel célebre

artista ha construido para los principales observatorios de Europa. La conclusion de una ecuatorial de 10 pulgadas de objetivo, que está construyendo el Sr. Merz de Munich, y la de su domo giratorio, se esperan hoy con impaciencia para disponer de todos los medios de observacion que son indispensables.

Cuando tantos esfuerzos se han hecho en todos los siglos y por todos los pueblos para llevar esta ciencia al grado de perfeccion que ha alcanzado en nuestros dias, y cuando los sublimes principios, producto de tan asíduo trabajo, nos han elevado al conocimiento de unas verdades que satisfacen cual ningunas nuestro noble é irresistible deseo de dominar las leyes que rijen la vida y organizacion de todos los seres creados, es doloroso que haya aún hoy dia quien pregunte, ¿y para qué sirve la Astronomía? A los que de tal modo se espresan, y apreciando cual se debe la importancia de la ciencia, les responderíamos que la Astronomía sirve para ennoblecer al hombre. Prescindid en buen hora de los servicios que esta ciencia ha prestado al género humano con la seguridad que ha introducido en la navegacion; olvidad que á la Astronomía se le debe el conocimiento exacto de la forma de nuestro globo, y todas las ventajas que de él han reportado la geografía y las ciencias naturales; no tengais en cuenta los servicios que ha prestado á la cronología, dando á muchos problemas una solucion imposible sin su concurso; consideradla si quereis solamente como el estudio de la grande obra de la creacion, sin aplicacion alguna á nuestras necesidades materiales, seguros de que no por eso habreis conseguido quitarle su importancia, sino enaltecerla mas, viendo en ella representado el monumento que prueba hasta dónde puede elevarse nuestra inteligencia cuando se halla guiada por los principios de una sana filosofía. El Astrónomo, perfeccionando los órganos de que le dotó la naturaleza, armado del telescopio, que da un poder fabuloso á su vista, sin mas auxilio que unos débiles hilos de araña tendidos en el foco del anteojo, y otros en el retículo del microscopio que examina las divisiones de los círculos, mide la distancia del sol á la tierra, pesa los planetas, determina sus masas, densidades y volúmenes, y ve sin embargo que todo nuestro sistema no es mas que un punto en el espacio. De esta manera cada verdad, cada teoría que

el hombre hace suya, lo mismo en este ramo del saber, que en los demás que cultiva esta sábia corporacion, ensancha los límites de nuestra inteligencia, y por eso todas ellas son objeto de tanta predileccion para la culta Europa. Hoy dia las ciencias no adulan á ningun sistema de ideas, como sucedió con alguna de ellas á fines del siglo pasado; todas buscan la verdad, y son modestas por lo mismo que han llegado á un alto grado de perfeccion. ¿Quién de vosotros, Señores, no se creyó mas sábio el dia que resolvió un problema dependiente de una ecuacion de primer grado que despues de un largo período de laboriosos é incesantes estudios? Pues esto mismo ha sucedido respecto de las ciencias todas. Cuando se conocian vagamente algunos misterios de la creacion, que constituian los primeros fundamentos de los modernos conocimientos, pudieron estos servir para despertar nuestro orgullo; pero cuando cada idea y cada descubrimiento ha hecho nacer la necesidad de otros muchos, y se ha establecido esa lucha eterna entre nuestra ignorancia y los secretos sin fin que oculta la naturaleza, entonces los mismos conocimientos han venido á servir para probarnos nuestra pequeñez respecto del Autor de tan grande maravilla. Por esta razon, solo los que no conocen las agradables emociones que proporciona el estudio de las ciencias, pueden creer que estas son capaces de entibiar en nosotros el sentimiento religioso. Pero no; el físico que estudia las admirables propiedades de los cuerpos, y los efectos de la luz y de la electricidad; el químico que descubre las leyes de la afinidad de la materia; el geólogo que determina la edad relativa de las formaciones sucesivas por el orden de superposicion, y por los restos orgánicos de especies que han desaparecido; el astrónomo, en fin, que descubre las leyes del universo, tienen del poder de la Divinidad una idea que desconocen los que no se han dedicado á tan sublimes estudios. La carrera científica, aunque llena de escollos y aunque de difícil acceso, puede proporcionar al hombre los únicos triunfos capaces de satisfacer las aspiraciones mas exajeradas. Yo citaré para concluir las palabras de un hombre cuya ambicion fue tal vez superior á su raro y estraordinario mérito. Este hombre se llamó Napoleon I. Cuando Lemercier le rehusó una plaza de consejero, aquel grande hombre contestó: «Nada tengo que oponer á vuestra resistencia. ¿Pensais que si

yo no fuera el instrumento de la suerte de un gran pueblo, me hubiera encontrado en las oficinas ó antesalas para ponerme bajo la dependencia de nadie y llegar á ser Ministro ó Embajador? No, no, me hubiera dedicado al estudio de las ciencias, hubiera seguido el camino de Newton y Galileo; y como la suerte me ha ayudado en todo, me hubiera distinguido por trabajos científicos, hubiera dejado el recuerdo de grandes descubrimientos; ninguna otra gloria hubiera podido tentar mi ambicion.»

He dicho.

*Antonio Aguilar.*

# DISCURSO

QUE

## EN CONTESTACION AL DEL SR. D. ANTONIO AGUILAR

EN EL ACTO

DE SU RECEPCION COMO ACADÉMICO NUMERARIO

LEYÓ

## EL EXCMO. SR. D. ANTONIO REMON ZARCO DEL VALLE,

*Presidente de la Academia*,

EN LA SESION PUBLICA CELEBRADA EL DIA 6 DE MAYO DE 1855.

*Señores:*

La lectura de un discurso académico produce naturalmente en el ánimo de cuantos le escuchan, impresiones mas ó menos profundas, gratas siempre y lisonjeras para esa noble ambicion de saber, la mejor muestra y la mas preciosa dote de la inteligencia humana.

De ahí la dificultad invencible de presentar con la debida exactitud la espresion resultante de esas mismas impresiones, y aun de trasmitir con fidelidad las que ha esperimentado el que acomete semejante empresa. Y sin embargo, los estatutos de esta Academia imponen tan grave carga á su Presidente en ocasiones solemnes, como la que presenciamos.

Claro, clarísimo es que esta obligacion tiene por una parte límites forzosos en la imposibilidad de penetrar dentro del campo especial de la ciencia, á que se rinde culto, y por otra la mejor garantía de indulgencia en el buen criterio de los que, dedicándose al cultivo de sus facul-

tades mentales, saben medir la variedad y estension de los conocimientos humanos.

Estas óbvias reflexiones muestran sobradamente á la perspicacia de cuantos me honran con su atencion, el embarazo en que me encuentro, y que sube al mas alto punto cuando el sabio discurso del que da hoy su primer paso en este recinto versa sobre la Astronomía, sobre esa region la mas encumbrada, y acaso la menos accesible al poder del entendimiento humano, y cuando la profundidad y lucidez con que materia tan difícil ha sido tratada, ni admite esclarecimiento, ni permite seguir, aun á larga distancia, camino tan habilmente trazado.

En tal conflicto tomo la resolucion mas noble y conforme á mi caracter: me entrego desde luego á la libre y sencilla esposicion de las ideas, naturalmente derivadas del manantial de hechos y doctrinas que rebosa en el escrito, dueño ahora de nuestro ánimo, y me abandono á la confianza que no puede menos de inspirar una reunion provocada por el generoso estímulo del amor al saber.

Ese amor, que es el de la verdad, ha puesto en los competentes labios de nuestro nuevo cólega el merecido elogio del ilustre D. Fernando García San Pedro, Presidente de la Seccion de ciencias exactas, calificando su muerte de temprana, y estableciendo, por medida de su sabiduría, su modestia. La Academia, en efecto, asi lo reconoce, y llora su pérdida con cuantos dentro y fuera de España juzgaron y aplaudieron su mérito científico.

Yo, Señores, no puedo negarme á la buena suerte que me permite en esta ocasion clásica pagar el tributo de mi respeto y afecto al habil matemático, al miembro del Cuerpo de Ingenieros del ejército, que fue uno de sus ornamentos, y á quien mi anhelo por los progresos de este debió la cooperacion mas eficaz.

Desviando de aqui la vista, fijémosla ya en el cuadro delineado á grandes rasgos, con el cual se ha propuesto presentar á nuestros ojos el nuevo académico los adelantamientos de la Astronomía, esclareciéndolo con la variedad y viveza de oportunas observaciones, sujeridas por la historia de esta ciencia.

Vana empresa fuera reducir á breve espacio la esplicacion de los

objetos que tan bello cuadro encierra, numerosos, importantes todos, y diestramente combinados; así solo me permitiré elejir, entre muchos otros de igual ó semejante valor, algunos que acaso den á conocer el efecto del conjunto.

Siguiendo el curso del espíritu humano en sus mas sublimes indagaciones, que abarcan la estension del universo, le vemos correr con velocidad, harto desigual, desde los oscuros tiempos propios de la ignorancia, hasta los mas luminosos que por dicha hemos alcanzado, y que, alentando nuestra esperanza, nos dejan entrever el mas grato porvenir.

En el cuadro que acaba de ofrecerse á nuestra vista se descubre una feliz analogía entre sus tres términos, y los tres grandes períodos de la ciencia astronómica.

Vénse á lo lejos los confusos descubrimientos de los antiguos pueblos del Asia, y acercarse sucesivamente la mayor ilustracion de la Grecia; el brillo de la escuela de Alejandría; los progresos debidos al célebre Hiparco, de grande y merecido crédito; los trabajos de redaccion de Ptolomeo, que la fortuna se complació en encarecer y perpetuar; el empeño ingenioso de los Arabes, á despecho de los escasos recursos de que disponian; el poderoso influjo de un Rey de Castilla, que lleva el epíteto de *Sabio*, y dió origen á las afamadas *Tablas Alfonsinas*, hasta llegar, á través de 18 siglos, al momento en que Copérnico esparció por el mundo científico la luz de sus doctrinas.

Aqui aparecen dignamente en el centro del cuadro los nombres acaso mas célebres en los anales del entendimiento: Copérnico, ya citado, que dió, por decirlo asi, nueva vida á la Astronomía; Ticho-Brahe, autor de un sistema erróneo, pero como observador, diligente y atinado; Keplero, que supo arrancar á la naturaleza sus leyes para esclarecer y consolidar la ciencia de los astros; Galileo, feliz en el éxito de sus investigaciones; Newton, ese genio privilegiado, descubridor de la ley mas fecunda de la creacion; y en pos de estas lumbreras del saber humano, Eulero, D'Alembert, Clairaut, Lagrange, Laplace y otros dignos rivales de su gloria.

Mas cerca ya de nosotros, en primer término, se muestra el siglo XIX, menos aventajado que los dos anteriores en descubrimientos

fundamentales, mas ostentando su riqueza con los nombres de sabios distinguidos, con la perfeccion de los instrumentos y de los institutos científicos, por cuyos medios se ha encumbrado la ciencia á la altura en que hoy la vemos.

Ilumina esta multitud de objetos, asi agrupados, nuestro nuevo cólega, con reflexiones profundas y juicios de acendrada crítica.

En distintos parajes hace sentir esa accion recíproca, tan provechosa para el cultivo de las facultades mentales, que han ejercido y ejercen la astronomía y las matemáticas.

Comparando el valor científico de Copérnico, Keplero y Newton con el orden de su aparicion en el horizonte del mundo intelectual, y no menos la de sus sucesores, admira la Sabiduría divina, que asi dispone los acontecimientos en bien de los progresos de nuestra razon. Atribuye con buen criterio los adelantos de esta clase de estudios en el siglo XVIII á las Academias de ciencias, «cuyos individuos, dice, discu-»tian nuevamente los descubrimientos de sus compañeros, libres de la »presion bajo que camina nuestro entendimiento cuando tiene que juz-»gar sus propias obras.»

Presenta un bellísimo paralelo entre Lagrange y Laplace, haciendo resaltar sus distintas tendencias hácia un mismo fin á favor del análisis, por parte del primero, y la averiguacion de los secretos de la naturaleza, por la del segundo.

Califica con propiedad de hecho glorioso la designacion de un cuerpo celeste, no descubierto por medio del gran poder de los instrumentos, sino por la fuerza del análisis, haciendo ver el influjo de este hallazgo, que revela el genio de Leverrier, y que ha sido confirmado por otros sabios.

¿Detendré aquí el impulso que gustosamente me lleva á indicar siquiera los rasgos mas señalados del cuadro que contemplamos? Acaso habrá quien tenga por impertinente la repeticion, poco diestra, de algunos de ellos..... ¿Pero no es por ventura mi deber renovar las gratas impresiones que hemos esperimentado?

Imposible fuera pasar en silencio algunas de las que despierta la narracion de los hechos mas honrosos para nuestro siglo, que tan gran

ensanche han dado al espíritu y al ejercicio de las observaciones, no menos que á la aplicacion sucesivamente mas perfecta del análisis y la mecánica celeste.

Observa discretamente nuestro colega que, si grandes han sido los adelantos en estos ramos, no son menores los que se han conseguido en la Astronomía práctica.

A este propósito enumera, breve pero claramente, las inestimables mejoras introducidas en los instrumentos por artistas que han adquirido claro renombre, mereciendo de monarcas ilustrados distinciones honoríficas.

Rápidamente, pero con la exactitud de la ciencia que posee, muestra los brillantes y recientes progresos de ella, acreditados por el descubrimiento de un número notable de planetas, por la facilidad y seguridad de los cálculos á que dan origen, y por la justa y grande reputacion de los sabios y Corporaciones que se dedican á tan sublimes estudios. No negaremos ciertamente nosotros el homenaje de respeto y gratitud que reclama á favor de Bessel y de la Academia de Ciencias de Berlin, por las cartas celestes que van viendo la luz pública, y son la guia de cuantos se dedican á la investigacion de nuevos cuerpos planetarios; ni tampoco á Gauss, á quien se debe la existencia de la importante teoría del magnetismo terrestre.

Segun era de esperar, el autor del discurso que analizamos, nos trasmite el conocimiento actual de los cometas, cuyo número, considerablemente aumentado y sometido al dominio de la ciencia, ha hecho desaparecer la antigua preocupacion de su maléfico influjo, facilitando al propio tiempo nuevos medios de investigacion para apreciar las condiciones de otros cuerpos celestes.

Gloria es del ilustre Séneca, nuestro compatricio, haber combatido aquel error acreditado, asegurando, 16 siglos há, que los cometas tenian sus órbitas determinadas, y por tanto épocas fijas para su aparicion y desaparicion.

Viniendo ahora al de Biela, notable primero por su corto período y la relacion de su órbita con la de la tierra, despues por su division en dos masas no lejanas, objeto hoy de la mas viva curiosidad y de las ta-

reas de los astrónomos, escita el interés del problema que envuelve este singular suceso, y para cuya resolucion ha abierto un certámen la Academia de Ciencias de Petersburgo.

Aquí es fuerza detenerme ya, porque elevando su vuelo el nuevo Académico mas allá del sistema planetario, al vasto espacio de la bóveda celeste, ni me es dado seguirle, ni lo fuera recordar impresiones que, por el interés que sin duda han promovido en nuestro ánimo, deben ser profundas y duraderas.

Cautivada nuestra atencion al contemplar la multitud de cuerpos que pueblan el Universo, sus mútuas relaciones, las leyes á que obedecen, y de muchas de las cuales la inteligencia humana ha sabido hacerse dueña, nuestra admiracion toca á su límite, debiendo confesar, segun se asienta en el discurso, objeto de nuestro estudio, que siendo grandes los adelantamientos hechos en la Astronomía, lo que falta averiguar es inmenso, como el espacio donde se mueven esos mismos cuerpos.

Por fortuna los Observatorios Astronómicos se aumentan y mejoran en todos conceptos, alcanzando este progreso á nuestra España, donde brilla el de San Fernando, y renace el de la Corte.

Si al haber escuchado la fiel narracion de los progresos de la Astronomía, se encontrara alguno que no hubiese aún disfrutado de esos goces intelectuales, los mas puros, nobles y vehementes del hombre, no pudiera ciertamente resistirse á los que con gran fuerza le brindan, y encierran las elevadas consideraciones á que el autor se entrega al concluir su tarea, presentando la grandeza y utilidad de la Astronomía, su relacion íntima con otros muchos ramos del saber, su poderosísimo influjo en la filosofía de las ciencias, y lo que es mas, en el esclarecimiento de la razon, hasta el punto de conocer y adorar al Criador por sus obras, fortaleciendo así las creencias religiosas, únicas fuentes de la moral práctica, y por tanto de la ventura del género humano.

Terminar debiera aquí la rápida historia de las mas vivas impresiones que acabamos de recibir, si no me sintiera impelido por una fuerza irresistible á dar mayor ensanche á la que corresponde al estado actual de los Observatorios, y al efecto prodigioso que debe esperarse del sis-

tema adoptado, para utilizar de varios modos los trabajos de los sabios, que en estos templos de la ciencia se consagran á su culto.

Ello es cierto que, no solo á la mágica perfeccion de los instrumentos, sino tambien á los progresos no menos recientes de los métodos de observacion y cálculo, son debidos los que hace diariamente la Astronomía, y la esperanza segura de su continuacion.

Desde muy antiguo se fijó la vista de los hombres entendidos en esa maravillosa inmensidad del espacio que, arrebatando la admiracion de cuantos la contemplan, debia escitar en aquellos una ansia vehementísima, que los llevara á buscar medios para descubrir lo que se ocultaba á sus indagaciones, y que manifiestamente encerraba el secreto mayor de la creacion.

Consecuencia natural era la eleccion de puntos adecuados para abarcar, á favor de un horizonte estenso y puro, tantos y tan brillantes objetos, cuya relacion se trataba de apreciar; y lo era tambien el empeño de multiplicar los arbitrios que, aumentando el poder de la vision, lo acrecentaran á punto de penetrar allí, donde no era dado á su límite ordinario.

Esto hizo decir á un sabio ilustre, Humboldt, que la existencia de la materia en las profundidades del cielo nos ha sido revelada por los fenómenos luminosos; que el ojo es el órgano de la contemplacion del Universo; y que el descubrimiento de la vision telescópica, que cuenta apenas dos siglos y medio, ha dotado á las generaciones actuales de un poder cuyos límites se ignoran.

Así, desde la mas remota antigüedad hasta nuestros dias, se observa esa constante lucha entre las dificultades que ofrecen los espacios celestes en su inmensidad, y los esfuerzos del ingenio humano, aguijado por la fuerza instintiva del atrevido espíritu de investigacion.

El hallazgo de mares y aun continentes apenas sospechados, que engrandece sobre todo el clásico período del fin del siglo XV y el principio del XVI, dando nuevo sér á la difícil empresa de la navegacion, trajo consigo la necesidad de imprimir á las observaciones en que principalmente se funda, nuevo carácter de mayor exactitud y trascendencia.

Cuando se consideran los esfuerzos de ingenio que arrojados nave-

gantes, entre los cuales se distinguen sin duda los portugueses y los españoles, hubieron de hacer hasta patentizar esperimentalmente la redondez de la tierra, en el estado en que entonces se encontraba la Astronomía práctica y aun la teórica, fuerza es tributarles el homenaje sincero de nuestra veneracion.

Ellos facilitaron, ellos obligaron á los sabios y á los artistas á combinar sus tareas, y multiplicar los medios de estudiar el curso de los astros que los guiaran en la vasta estension de los mares. Presentáronse contemporánea y sucesivamente, esos hombres que hemos apellidado lumbreras del saber; y de la suma de tan felices circunstancias, nació la que pudiéramos llamar ciencia de las observaciones celestes.

La reflexion de la luz á favor de aparatos que sucesivamente fueron mejorándose, abrió el camino á la perfeccion de los instrumentos; las tentativas dirijidas á este fin por el P. Zuchi, Gregory y Newton en 1652, 63 y 72 fueron seguidas de otras de mejor éxito; y de dia en dia, paso á paso, desde aquellos primeros ensayos, hemos llegado al punto admirable en que hoy se encuentran los medios poderosísimos, á que se deben los prodigiosos resultados de las modernas observaciones. ¿Quién, á vista de los primeros anteojos, pudiera presumir el poder de los gigantescos telescopios, la variedad y exactitud de instrumentos que encierran hoy los Observatorios?

Basta contemplar la diferencia de 50 centímetros, que era la longitud de los primeros telescopios, á 12, 16 y 25 metros á que sucesivamente se han ido estendiendo los de Herschel, Rose y Craig, recientemente establecido en Wamsvoort, para medir los admirables progresos del arte sometido á la ciencia.

Al apoyo de estas nuevas fuerzas se han hecho y hacen importantes conquistas científicas en los espacios celestes, distinguiéndose objetos antes confusos, marcándose la diferencia y brillo de los colores que ostentan multitud de astros, y dividiendo en partes lo que antes se consideraba un todo.

Los primeros instrumentos escasamente descubrian los satélites de Júpiter y las fases de Venus, y los modernos resuelven las nebulosas

mas lejanas en millares de estrellas, y permiten contemplar el maravilloso espectáculo del mundo de Saturno, cuyo estudio es ahora objeto de la diligente actividad de los astrónomos.

Bien pudiera establecerse cierto paralelismo entre los adelantos de aquellos, el de los Observatorios, y de la ciencia astronómica. Esa es la ley natural de los progresos del entendimiento.

Atribúyese la gloria de haber sido el primer Observatorio, de la manera que pudo serlo en aquellos tiempos remotos, á la torre de Belo en Babilonia, que sirvió para los trabajos de los caldeos dedicados á semejantes indagaciones. Mas adelante alzaron otras los Mongoles y los Arabes. El primero, construido en Europa en 1561, fué el del Landgrave de Hesse-Cassel; siguióle el de Ticho-Brahe en Uraniembourg, construido en 1576, y sucesivamente los de Walter en Nuremberg, Helvecio en Dantzig, y el de Logomontano en Copenhague. Estos establecimientos no satisfacian ya en el siglo XVII á las exijencias de los adelantos que se verificaban. Por entonces la Inglaterra, esa nacion isleña, que por su posicion y el espíritu de sus habitantes alimentaba ya el designio de dominar los mares, y que por otra parte habia servido de cuna á Newton, apoderándose de los abundantes frutos de los grandes y recientes descubrimientos, instaló la primera el nuevo período que se abria á la historia de los Observatorios Astronómicos. En Greenwich, sobre las ruinas de un antiguo castillo, que ocupaba lo alto de una colina á 2 leguas de Londres, se levantó con esmero un edificio destinado á este fin, y que dotado de los mejores instrumentos conocidos, facilitó al célebre astrónomo Flamsteed dar nuevo carácter á las observaciones de este género, que siguieron con ardor otros de reputacion igualmente merecida. Semejante ejemplo escitó la emulacion de la Francia, en el clásico reinado de Luis XIV, dando origen al bello Observatorio de Luxembourg, en París, con cuya memoria se enlazan en lo antiguo los nombres de los Cassinis, Picard, etc., el de Lalande, su restaurador despues de los estragos de la revolucion, y los no menos gloriosos de Arago y Leverrier en nuestros dias.

Sucesivamente, y segun que el interés de las observaciones astronómicas crecia á par del de las empresas mercantiles, debidas en su mayor

parte á la navegacion, se multiplicaban los puntos donde se ejecutaban, no obstante las dificultades que ofrecia la falta de edificios y procedimientos adecuados. Fuese despues subsanando esta falta, coincidiendo con la fabricacion de dichos edificios, la acumulacion en ellos de buenos instrumentos. Así sucedia, entre otros puntos, en el Cabo de Buena-Esperanza, bajo la direccion del abate La Caille á mediados del siglo pasado. Este Observatorio, y el de Abo en Finlandia, constituido debidamente á principios del siglo actual, son los mas avanzados hácia el polo Sur y Norte, aquel en el estremo meridional, y este en las tierras mas boreales del antiguo Continente. En el dia se cuentan muchos otros mas y mas perfeccionados, entre ellos el de Greenwich, de tan justa reputacion, los de Oxford, Liverpool, New-Castle, ó sea el de Lord Rose; los de Bruselas, Gottinga, Brema, Altona, Berlin, Konisberg, Dorpat, Pulkova, Stokolmo y Upsala; los de Viena, Roma, Nápoles y Palermo; los de París, Marsella, Leon, Brest, Strasburgo, etc. Fuera de Europa son señalados los de Washington, Cincinato y Cambridge en los Estados-Unidos del Norte de América, y el de Madrás en la India.

La España, heredera de las luces y las glorias de Colon, Vasco de Gama, Magallanes, Elcano y tantos otros hábiles marinos, hubo de luchar por largo tiempo con su mala estrella, que ocasionando su decadencia por espacio de 2 siglos consecutivos, la hizo sufrir todavía, á principios del XVIII, las funestas consecuencias de la guerra de sucesion. Por dicha, á mediados del mismo siglo, hizo treguas su infortunada suerte; y engrandeciéndose su marina, pudo recojer la historia hasta principios de este siglo nombres célebres en la astronomía y la navegacion, bien presentes á la memoria de los que me escuchan. A uno de esos hombres eminentes, á D. Jorge Juan, se debió ya por los años de 1753 el establecimiento en Cadiz de un observatorio, donde aplicó y utilizó los vastos recursos de su gran saber. Siguiendo sus huellas y mejorando los tiempos, eligióse en la isla de Leon un punto adecuado, donde comenzó á levantarse en 1797 el bello y bien entendido edificio que encierra hoy tantos elementos propios de su instituto, y que supo aprovechar el ilustre y malogrado Sanchez Cerquero, miembro de esta Academia, como lo es el actual Director, digno sucesor suyo. Mucho im-

portaria á su gloria, y á la de aquel establecimiento, la publicacion de sus trabajos, en gran parte inéditos, y cuyo interés crece en razon de ocupar una de las posiciones mas ventajosas, dadas la pureza de la atmósfera y benignidad del clima, no menos que la estension de su vasto horizonte marítimo. En estos puntos, que sirven de focos para los progresos de la Astronomía, importa tanto reunir como esparcir las luces que proporcionan. Díganlo si no los lamentos de los hombres entendidos, que ocasionó la falta de publicacion, durante muchos años, de las tareas del observatorio de Greenwich.

El mismo espíritu que dió origen en Cadiz al establecido por la marina, movió en Madrid á los ilustrados Marqués de la Ensenada y Conde de Aranda á poner á disposicion de D. Jorge Juan las casas de su morada con igual objeto. Mas tarde, en la señalada época de Carlos III, se construyó para observatorio astronómico, en el paraje en que hoy se halla, un edificio de elegante arquitectura y acendrado gusto. Trájose posteriormente la coleccion abundante de instrumentos que era de apetecer, entre ellos uno de los tres famosos telescopios del sabio Herschel, construido por sus propias manos, y se organizó un cuerpo, cuyos individuos debian dedicarse á estas tareas: mas viniendo á poco la guerra con sus trastornos, cayó en olvido aquella institucion, hasta los años de 1846 y 47, en que comenzaron á adoptarse medidas oportunas, de las cuales fue la mas importante la de enviar primero al Observatorio de San Fernando, y luego al estranjero, jóvenes distinguidos por sus talentos é instruccion, que consagrándose á los estudios y prácticas de la Astronomía, viniesen á fundar en la Corte un verdadero Establecimiento, dedicado á esta ciencia, y á difundir las luces que habian recojido. El Sr. Aguilar, con cuya util cooperacion cuenta ya la Academia, fue uno de estos, y es hoy el Director de dicho Establecimiento. La atencion del Gobierno se fijó eficazmente sobre objeto tan digno, lográndose en 1851 la creacion propiamente dicha del Observatorio de Madrid.

El tiempo trascurrido desde la construccion del edificio, y los progresos hechos posteriormente, asi respecto de los instrumentos como de las observaciones, obligaron á practicar en él diferentes obras que le

hicieran aplicable á la época presente. Fue pues preciso ejecutar las que exijia el círculo meridiano de Repsold, cuya colocacion ha dirijido despues personalmente su mismo célebre autor. Realizáronse con inteligencia las que requeria su imprescindible estabilidad, las adecuadas para la suspension del péndulo magistral de Dent, en suma, se emplearon con discernimiento las reglas prescritas para semejante clase de fábricas.

Muy luego comenzó á fructificar esta reunion, aunque incompleta, de medios facilitados por el Gobierno, diestramente utilizados por los que con su celo habian de suplir las faltas.

Urjia la determinacion de la latitud del Observatorio, elemento indispensable en casi todos los cálculos astronómicos, tanto mas cuanto que no era bien conocida, pues las diversas observaciones, practicadas en varias épocas y distintos puntos de la Capital, producian una incertidumbre que alcanzaba á un cuarto de minuto, cantidad notable é inadmisible en el estado actual de la ciencia. El Sr. Aguilar, venciendo obstáculos, ha logrado fijarla en 40°-24′-29″,7, publicando á este propósito una Memoria luminosa, que da á conocer el procedimiento observado en sus tareas, con indicaciones importantes acerca de la escelencia de los medios micrométricos que tanto han realzado el mérito de los nuevos instrumentos, y los inconvenientes que la esperiencia ha demostrado en los llamados repetidores. Trabajos cada vez mas importantes siguen y seguirán sin duda á los ya inaugurados, y la España tendrá en su centro uno de esos monumentos del saber, cuyo valor crece á par del de la Astronomía práctica.

No se limitan á esto los copiosos frutos que rinden hoy esos focos de ilustracion.

El manifiesto enlace de unas y otras ciencias, y el que admirablemente ofrecen las modificaciones de la materia, desde los espacios que se escapan á la vision telescópica, hasta el pequeño planeta donde habitamos; la atmósfera que ciñe su esterior y lo mas profundo de su interior, son causas sin duda de que, por una combinacion natural y genuina, se hayan reconcentrado comunmente en los mismos puntos las observaciones del cielo y de la tierra en el orden astronómico, meteorológico y magnético.

La meteorologia, una de las ciencias físicas mas inmediatamente útiles al hombre, es sin embargo de fecha muy reciente, si bien en lo antiguo se sospechó ya su importancia, como lo acreditan los escritos de Aristóteles. El grande impulso, origen de sus progresos actuales, cuya mayor celeridad preparan trabajos contemporáneos, cuenta apenas un siglo. Nombres célebres, como los de Saussure, Franklin, el descubridor de la identidad del rayo con la electricidad, Volta y otros, se unieron sucesivamente á aquellos progresos, que dieron lugar al planteo de observaciones, propias de este género.

El examen de los adelantos hechos en ellas, y de los que se deben á los estudios de físicos modernos, nos llevaria mas allá del límite á que es forzoso sujetarnos, por sensible que sea.

El distinguido Quetelet, fundador del reciente Observatorio de Bruselas, que con tanto afan cultiva los estudios meteorológicos y climatológicos, ha contribuido sobremanera al método y mejoramiento de las observaciones, y á realizar uniforme y simultáneamente los vigorosos y recíprocos esfuerzos de los físicos de nuestros dias. Con referencia á Observatorios meteorológicos, propiamente dichos, se multiplican otros dependientes de ellos, ó sean estaciones contraidas á este solo objeto, las cuales forman una verdadera red, que abraza varios y estensos paises.

Perfecciónanse al propio tiempo los instrumentos adecuados hasta el punto de que, á favor de un mecanismo de relojería, marcan contínuamente por sí propios la variacion de las condiciones atmosféricas, mientras que termómetros colocados en la tierra hasta la profundidad de 24 y mas pies, sirven para apreciar su temperatura. Mr. Maury, director del Observatorio de Washington, tuvo la idea de generalizar aquella red por toda la estension del globo, haciendo que los buques, asi mercantes como de guerra, llevasen Observatorios flotantes, sometidos á un plan uniforme, por medio de instrumentos y métodos comparados entre sí á horas determinadas. En 1853 se verificó en Bruselas la reunion notable de un gran número de sabios, que constituyendo lo que se llamó «Conferencia,» aceptaron esta idea, y acordaron medidas oportunísimas para abrazar en estos estudios la superficie de la tierra, á donde sea dado

al hombre realizarlo. Una nueva conferencia hubiera tenido lugar en la misma ciudad si las circunstancias lo hubiesen permitido. Entretanto se encuentra ya en los boletines científicos, como el de la naciente Sociedad meteorológica de Francia, el resultado de observaciones hechas sistemáticamente en el mar.

La España, participando de tan saludable influjo científico, da pasos acelerados. El Observatorio de la isla de Leon se dedicó hace años á esta clase de trabajos; dióse posteriormente igual incumbencia al de Madrid; y hace pocos meses que ha nacido en él un orden de estudios, que comienza á producir frutos copiosos. Desde enero de este año funcionan las diversas estaciones, que con sujecion á un bien entendido plan, practican y dirijen á Madrid sus observaciones. Para establecer aquellas se ha analizado debidamente la topografía física de nuestra Península, que por su estraño relieve, la variedad de planos que lo forman y de las esposiciones que de ellos resultan, no menos que por su vasto litoral, combatido por mares de tan distinta índole como el Océano y el Mediterráneo, ofrece un raro y fecundo campo á semejante clase de investigaciones.

Asciende hoy á 17 el número de dichas estaciones, elegidas acertadamente en zonas bien calculadas, y con referencia á las altas mesetas, á las cuencas de los rios y á las circunstancias de las costas.

De esperar es que estos primeros pasos nos acerquen á tomar parte en el empeño del conocimiento meteorológico de nuestro globo, al cual se dirijen con tanto ardor los esfuerzos de otras naciones.

No menos nuevo ni fecundo es el campo abierto á la observacion de los fenómenos naturales, por los recientes progresos hechos en el estudio del magnetismo terrestre, á pesar de los misterios que aún encierra. De varios modos han encaminado los sabios sus esfuerzos hácia este fin.

Instrumentos de medicion, viajes, trazados gráficos y otros recursos han contribuido, al apoyo de la teoría de Gauss arriba citada, á esclarecer materia tan difícil. Uno de los arbitrios mas felices es el que ofrecen los Observatorios magnéticos y la comparacion de sus trabajos. Dada la aguja, su inclinacion y declinacion, y al mismo tiempo la inten-

sidad tambien variable del magnetismo terrestre, natural era que se tratase de apreciar cada una de estas propiedades. Y asi se ha hecho, empleando los aparatos convenientes y otros medios ingeniosos hasta obtener, de la combinacion de las observaciones en muchos puntos, consecuencias generales, luminosas. He aqui un ejemplo.

El efecto completo que produce dicho magnetismo al esterior puede representarse gráficamente con el auxilio de tres sistemas de líneas, á saber: las llamadas isodinámicas, las isoclínicas y las isogónicas; ó en otros términos, las líneas de igual intensidad, de igual inclinacion y de igual declinacion; siendo notable que las primeras tienen grande analogía con las isotermas ó de igual temperatura, asi como estas guardan íntima afinidad con la vida orgánica, ó sean los vejetales y animales propios de cada region.

Obedeciendo al mismo impulso que generaliza y coordina las observaciones astronómicas y meteorológicas sobre la superficie de nuestro globo, se estienden hoy los puntos consagrados á las magnéticas desde el Alto Canadá al Cabo de Buena-Esperanza y á la tierra de Van-Diémen, y desde París á Pekin. Multiplícanse en otras direcciones los Observatorios de este género; y la España comienza bajo buenos auspicios á imitar ejemplo tan loable.

No fatigaré vuestra atencion, Señores, por mas tiempo. Si hubiera de permitirme en este instante el desahogo que reclama mi imaginacion, encendida á la luz de tan brillantes objetos, fuera interminable mi tarea, y menoscabara sin duda el mérito de las elevadas consideraciones á que os contemplo entregados. Séame lícito, no obstante, dar alguna cabida á la que mas señorea mi ánimo en el momento presente, á saber: la estension sucesiva del mundo intelectual, que los tiempos han ido proporcionando al hombre, y cuyos límites indefinidos se dilatan de contínuo con mayor fuerza y exactitud, anunciando una era inmediata de mas ámplio ensanche, precursora de otras aún mas fecundas.

El bello cuadro histórico de la Astronomía que nos ha presentado en su discurso el nuevo académico, nos ha traido á este punto. ¡ Qué diferencia, Señores, del universo de los antiguos al que hoy miramos como nuestro! No parece sino que los descubrimientos hechos dentro

de su inmensidad han seguido cierta analogía con los que desde el Oriente al Occidente, y luego al Sur y al Norte, han ido aumentando el mapa geográfico de nuestra mansion.

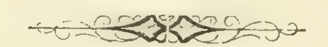
¡Qué diferencia! Los sabios asiáticos, los egipcios, los griegos, los romanos, que en el orgullo de sus conquistas fijaron en las columnas de Hércules *non plus ultra*, tenian sin embargo limitada su vista por horizontes mas ó menos estrechos, que hoy aparecen mezquinos á nuestros ojos. Vino el siglo XVI, y en pos de él asomaron unos y otros descubrimientos, que nos han llevado á determinar los límites de la tierra. Ese mismo impulso estendió nuestra vista por el cielo, enriqueciéndola con nuevas y felices investigaciones; y en la série de los progresos del entendimiento humano creció y crece su velocidad de un modo sorprendente. Sin alejarnos de nuestro siglo, ¿qué digo? en nuestros dias, penetramos mas y mas debajo del suelo que nos sostiene, descubriendo en los restos fósiles de los séres orgánicos cuyas especies desaparecieron, caractéres que determinan su vetusta historia, mientras que, remontándonos á la bóveda celeste, vemos lo que no veíamos: nuevos y nuevos planetas se descubren cada dia; acreciéntase notablemente el número de los cometas; estúdianse con éxito las relaciones de esos asteróides misteriosos en su curso, ya fuera ya dentro de nuestra atmósfera; y no parece sino que la obra de la creacion se engrandece para nosotros.

Pues bien, Señores, ¿qué va á suceder en adelante, á medida que los esfuerzos, mas ó menos aislados hasta aquí, se liguen, y en cierto modo se reconcentren, para producir con su unidad el resultado, nunca visto hasta ahora, del poder de la ciencia?

Yo considero uno de los caractéres distintivos de nuestra época ese espíritu de generalizacion, de reciprocidad ó de mancomunidad, por decirlo así, que de unas en otras cosas se propaga, y que con gran fuerza se esperimenta ya en los estudios científicos. No contentándose los sabios y los gobiernos ilustrados con la multiplicacion de establecimientos propios de dichos estudios, todo el mundo se apresura á comunicar sus adelantos y ponerlos á la prueba del juicio ageno. Para completar el pensamiento, no se perdona medio ni fatiga; no son obstáculo las di-

ferencias de idioma ni circunstancias de ningun género; allánanse las fronteras que separan las naciones; en el mar y en la tierra se hacen de consuno investigaciones análogas; establécense fórmulas, que proporcionan á su resultado la apetecible uniformidad. Y sobre todo, aprovechándose del tesoro de la electricidad, que da al tiempo nuevo y mágico valor por medio de los hilos que enlazan unos y otros establecimientos, adquieren las observaciones ese carácter de simultaneidad, ese isocronismo, que de mil y mil modos aumenta sus inestimables frutos. El amor propio de los que á ellas se consagran se estimula poderosamente; la duracion de un error cometido en un punto debe ser casi instantánea; no pudiendo á la verdad calcularse el trascendental efecto de ese nuevo modo de poner en ejercicio nuestra inteligencia.

En tales circunstancias, Señores Académicos, grandes son nuestros deberes, y harto limitados el espacio y los medios de que nos es dado disponer. Sin embargo, ese vehemente amor al saber, esa fe que nos mueve y guia, y de que vemos participar á nuestro nuevo cólega, nos alienta y anima. ¡Ojalá que el éxito de nuestros esfuerzos justifique la pureza y eficacia de nuestros deseos!



# ESTUDIO DEL HURACAN

QUE PASÓ SOBRE UNA PARTE

DE LA PENINSULA ESPAÑOLA EL DIA 29 DE OCTUBRE DE 1842,

POR EL CORRESPONSAL NACIONAL

## SEÑOR DON MANUEL RICO Y SINOBAS.

El estudio de los vientos que ejercitó la sagacidad de los antiguos filósofos, ha dado lugar muchos siglos despues á numerosísimos trabajos científicos, notables en su mayor parte por la destreza y medios filosóficos empleados en la resolucion de los diferentes problemas resultantes de los vientos observados. Entre estos estudios se cuenta como principal el de los Monzones, que corren millares de años hace sobre el mar de la India; fueron conocidos por los navegantes griegos bajo la denominacion de Hippalos, y segun Humboldt, su estudio y el de las brisas de mar y tierra se presentan como fenómenos que enlazan el oscurecido origen de la meteorologia con su época actual de adelantos. Sin embargo, la interpretacion física de los Monzones, como la de los Alisios en las regiones tropicales, la de los variables de las zonas templadas, la de los Tifones y la de los Huracanes periódicos y esclusivos en determinadas regiones de la tierra, se ha presentado hasta hoy dificilísima; resultando de aquí hipótesis mas ó menos ciertas, conjeturas probables, y la inseguridad científica en el estudio de los vientos.

La causa de esta inseguridad la ha indicado Peltier sencillísimamen-

te con estas palabras: «La magnitud de los aparatos de que la naturaleza hace uso para la produccion de los meteoros, el estado de la materia que los constituye y su disposicion especial, tan diferentes de la de nuestros instrumentos de estudio, han sido un obstáculo hasta ahora invencible para apreciar los efectos mas importantes de los meteoros, y para reproducirlos esperimentalmente en nuestros laboratorios. Si á estas dificultades se agregan la imposibilidad de seguir los fenómenos desde su orígen hasta su completo desarrollo, por las distancias que median entre el uno y el otro, ó bien porque convendria observarlos en alturas atmosféricas diferentes, se comprenderá el por qué la interpretacion física de muchos meteoros no ha dado un solo paso progresivo desde los tiempos de Aristóteles.»

El camino trazado por la recta filosofía para salir de la inseguridad científica que se observa en el estudio de los vientos, lo indicó Steward manifestando que era preciso asegurarse primero de los hechos antes de razonar, evitando la generalizacion de las leyes naturales hasta tener firme el terreno que una vez se ganó. Este precepto de Steward, indispensable en la meteorología, en la cual no se pueden deducir consecuencias sin que las observaciones queden comprobadas por la atencion asídua y los trabajos mas penosos; las dudas que con fundamento presentó Daniell sobre la verdadera existencia de los Huracanes en las latitudes altas de las zonas templadas, á lo menos por las costas y tierras del O. en el antiguo mundo; y los esfuerzos del Coronel Reid en su ensayo sobre la ley de las tempestades, para demostrar la posibilidad de los movimientos de rotacion en la atmósfera de las Islas Británicas con el carácter de los Huracanes intertropicales, han dado motivo al presente estudio del viento que corrió sobre la mayor parte de la Peninsula española durante el dia 29 de octubre de 1842; y por cuya descripcion se comprueba haber sido aquel meteoro un verdadero Huracan, que separándose del mar de las Antillas llegó á Europa con bastante violencia para ser reconocidas sus principales propiedades físicas, mecánicas y eléctricas.

Tres se presentan hoy las variedades de los vientos, cuando entre sus caracteres físicos se cuenta la velocidad enorme de su marcha. El

viento directo de tempestad aérea, durante el cual la atmósfera se presenta moviéndose desde un solo punto del horizonte ó variando muy poco de direccion. La tromba, de estension muy limitada, y que consiste en el movimiento de una porcion atmosférica con dos distintas direcciones, de rotacion rápida y de ascension, originándose en las moléculas del aire líneas de doble curvatura; además el meteoro en masa se traslada lentamente sobre la superficie de los mares y de las tierras. El huracan, en el cual la atmósfera aparece doblemente agitada por un movimiento de rotacion con velocidad enorme, con fuerza centrífuga proporcional, y por otro de traslacion muy moderado: con este los efectos del meteoro pasan de una á otra region sobre la superficie del globo, dejando señaladas fajas de 600 á 1.000 millas de anchura, y cuya longitud á veces tiene por límites las costas del E. y O. del Atlántico.

Los vientos de la primera variedad son mas frecuentes en las zonas templadas; generalmente se estienden por una gran superficie, modificándose su direccion por la forma de los mares y costas, por la de los terrenos, y por el choque con otras corrientes atmosféricas que simultáneamente pueden existir sobre la region invadida por el viento tempestuoso. En cuanto á su velocidad sufre modificaciones dependientes de la intensidad del primer impulso, de su distancia con relacion á los puntos ó regiones de la tierra donde se siente el viento, influyendo no poco sobre su violencia las llanuras, las cordilleras terrestres y los vientos simultáneos. Como ejemplo de estos vientos, que constituyeron tempestades aéreas en la Península española, se podrian referir muchos; pero no se citarán mas que el que corrió en Madrid el dia 24 de enero de 1800 á las $5^h$ y $30^m$ de la tarde, segun las observaciones meteorológicas de Peñalver. El violentísimo S. E. que se sintió en San Fernando el 25 de diciembre de 1817, segun los registros del Observatorio de Marina. El que pasó el 25 de diciembre de 1821 por el centro de Castilla con direccion S. O., originando algunas pérdidas considerables en las cuencas del Tajo y Duero. El que cita Reid del 12 de febrero de 1838, que corrió del S. O. por toda la costa del Atlántico, y cuyos efectos se sintieron desde el estrecho de Gibraltar hasta el N. de Irlanda y Escocia, y por el interior de la Península española.

Algunas otras tempestades constituidas por los vientos directos podrian citarse, que pasando sobre nuestro pais dieron orígen á graves males; pero como el presente estudio no versará sobre aquellas, indicaremos brevemente que su interpretacion física ha sido dificil, su orígen se cree sea un impulso que, comunicándose de una á otra region atmosférica, da lugar á un viento, violento por su velocidad y durable por muchas horas ó por algunos dias. Respecto á la naturaleza mecánica de la primitiva fuerza motriz en estas tempestades atmosféricas, se ha supuesto que los cambios y desequilibrios de la temperatura en puntos distantes de la superficie terrestre ó marina, las evaporaciones y las condensaciones enormes que pasan en medio de los estratos atmosféricos, y la fusion de las nieves ó de los hielos, son las causas del primer impulso. Desde este momento el problema de las tempestades variables se convierte en la simple traslacion, conforme al principio de inercia propio del aire, del movimiento adquirido. Sin embargo, la movilidad de la masa atmosférica es tal, y las leyes de sus choques ó reflexiones sobre obstáculos inmóviles, ó con otros vientos de diferente direccion, complican en tanto grado el estudio, que hoy es imposible pasar de las generalidades referidas sobre la dinámica variable de la atmósfera y de la historia exacta de los fenómenos meteorológicos que acompañaron á los vientos violentos por las regiones templadas, bien se determine la superficie por la cual se estendieron aquellos, bien se los ponga en relacion con las alturas del barómetro ó con las oscilaciones termométricas.

Peltier escribió la historia física de las trombas; la parte espositiva de los numerosos hechos que pudo recojer, y sus conjeturas sobre la influencia de la electricidad en la produccion y completo desarrollo de aquellos meteoros marinos ó terrestres, se presenta hoy como uno de los mayores esfuerzos de la física moderna, que resuelven en parte el problema de aquel fenómeno, conocido de los antiguos por su frecuencia en el Mediterráneo, costas de Africa, y por haberse visto muchas veces en el surcado mar de la India. A los datos y observaciones antiguas reunió Peltier los estudios que posteriormente se han hecho de las trombas en regiones diversas del Atlántico y sobre los Continentes, llegando á la demostracion de que aquellas no tienen lugar determinado

en la superficie de la tierra, pues se presentan en las zonas tórrida y templadas, y en todos los puntos donde la tension eléctrica de la atmósfera pueda llegar á un grado de energía suficiente. A pesar de los esfuerzos de Peltier existen un sinnúmero de cuestiones mecánicas en el fenómeno de las trombas que están por resolver, y que desgraciadamente permanecerán en este estado; porque la dinámica de los flúidos aeriformes solo presenta como positivo la observacion de que una columna de un flúido, contínua ó interrumpida, cuando se mueve ascensionalmente al través de una masa gaseosa en reposo, presenta tendencia especial á los movimientos vortijinosos, desarrollándose en sus moléculas flúidas fuerza centrífuga creciente conforme se verifica la ascension. Las coronas dotadas con movimiento de rotacion de los vapores y gases que resultan en las esplosiones de la pólvora, del fosfuro de hidrógeno y de otras mezclas ó compuestos, han demostrado aquella propiedad física de los cuerpos gaseosos; pero ni estas observaciones son bastantes para establecer los principios dinámicos de las trombas, ni tampoco son suficientes las bellísimas esperiencias del Conde Xavier de Maistre, verificadas con el objeto de demostrar el modo de propagarse el movimiento de rotacion en una gran masa aérea, supuesto un orígen ó primer impulso giratorio. La movilidad de los flúidos es tal, que á pesar de toda la sagacidad empleada, su dinámica se resiste á la interpretacion de las leyes naturales de este departamento de la filosofía física, quedando por consecuencia estacionados los estudios de las otras ciencias dependientes de aquel.

La tercera variedad de los movimientos atmosféricos con velocidad grande es la de los huracanes: este meteoro debió ser desconocido de los antiguos, pues hasta ahora solo se ha observado en su completo desarrollo sobre los mares de las Antillas, ignorados en tiempo de Plinio, ó por las costas de Madagascar, en las cuales no debieron anclar con frecuencia las naves de los antiguos imperios. Asi es que la descripcion del Ecnephias, del Tiphon ó del Prester, tal como las escribió el naturalista latino, no son la de los huracanes que tantas veces han corrido con gran temor y enormes pérdidas por las Antillas, por el golfo de Méjico y por las costa del E. en los Estados-Unidos Norte-Americanos. Las tempes-

tades en el Mediterráneo, que son á las que se refieren los nombres antiguos, hicieron el juguete de su furia á las naves de poco porte que flotaban en la infancia del arte de navegar; y segun escribió Plinio en los capítulos 48, 49 y 50 del libro II, los vientos salian de las entrañas de la tierra. eran repelidos en la region de las nubes, tomaban formas de animales monstruosos, engendraban el trueno, el rayo y los granizos, y contra su furia se podia oponer el vinagre naturalmente frio, derramado antes de su encuentro. Posteriormente se han visto arrolladas por el huracan las galeras y galeones de gran resistencia, los navíos de alto bordo, y cuanto el hombre ha construido para sus penosas escursiones sobre la mar.

Durante las tempestades aéreas en los mares de las regiones tropicales, no han sido contraresto suficiente ni las ciencias, ni las artes, ni tampoco el valor y atrevimiento, con los cuales el hombre de hoy arrostra los peligros del huracan, fiándose en los medios de resistencia que aquellas le enseñaron: por esta razon, si Plinio pudiera comparar hoy los efectos del huracan y la resistencia de las construcciones navales deshechas por aquel con los efectos del Ecnephias ó del Prester y la resistencia de los objetos destruidos por estos, de seguro aumentaria la enumeracion de sus tempestades con la del meteoro de que nos ocupamos.

La palabra huracan por estas razones solo ha tenido una acepcion genuina en las regiones tropicales, donde aquel es frecuente, y al parecer se halla estacionado, constituyendo regiones meteorológicas especiales; y cuya violencia se opuso muchas veces á la arribada de los primeros conquistadores del nuevo Continente. Estos aprendieron muy pronto la fuerza de los Nortes en el golfo de Méjico y costas de Veracruz: por esta razon D. Fernando Cortés encargó á su piloto mayor Anton Alaminos, y á Juan Alvarez el Manquillo, el buscar para la armada algun puerto por la costa, resguardado de los Nortes; y de cuyo viento durante la primera espedicion militar de aquel Gran Capitan sufrieron bravamente en el golfo de Cuba á Yucatan, con muy fuerte temporal que hizo derramar á los navíos. (Torquemada, *Monarquía indiana*, cap. VIII y XVI, lib. 4.) Se puede conjeturar que por no haber hallado los enten-

didos hombres prácticos de mar el resguardo conveniente en aquellas costas hospitalarias en un principio, y el temor y zozobra que los vendabales y nortes daban á Cortés, pues de un momento á otro podian sentirse violentos como de costumbre en aquellos mares, contribuyeron para el negocio de que algunos maestros barrenasen secretamente sus navíos, echándose préviamente fama en el ejército de cómo las naos estaban muy cascadas y comidas de la broma, é imposibilitadas para navegar. En esta consideracion conjetural, que bien puede hacerse en honor de los entendidos pilotos de Cortés, que con tanta fidelidad ejecutaron la órden de echar á fondo la armada á pesar de las muchas dificultades que hubo, teniendo pocos dias antes que ahorcar con justicia al famoso piloto Diego Cermeño, conocedor tan diestro de las brisas que el vulgo dió en decir que andando por la mar olia la tierra á 15 leguas y mas; y en otras consideraciones mucho mas elevadas, que solo cupieron en el genio del inmortal marqués del Valle, se fundó este para dar aquel paso, que afirmó sobre su frente la corona inmarcesible de los héroes y de los atrevidos conquistadores.

La violencia de los vientos en el golfo de Méjico fué conocida por los primeros navegantes españoles; su frecuente aparicion tempestuosa y de huracan (Aracan ó Huiran-vucan, segun el primitivo dialecto indiano) tambien lo fué en los mares que actualmente reciben el nombre de regiones meteorológicas de los vendabales en el Darien y Panamá, de los nortes en las costas de Méjico, y de los virazones por el mar de la Florida. Sus efectos, siempre semejantes, y constantemente encerrados en ciertos límites ó zonas de la superficie terrestre ó marina, suponen causas físicas que deberán ser tan fijas como aquellos; sin embargo, sobre este punto las ciencias antiguas y nuestros conocimientos actuales solo presentan algunas hipótesis razonables.

El P. Alonso Sanchez, segun dice Acosta en su Historia natural de Indias, anduvo mucho en la Occidental y en la Oriental; y como hombre tan práctico y tan ingenioso, aseguraba sobre la constancia de las brisas y vientos que de contínuo corrian debajo de la línea ó cerca de ella, que le parecia á él que el mismo aire movido del cielo era el que llevaba á los navíos, y que no era aquello viento propiamente ni exha-

lacion, sino el propio elemento del aire movido del curso diurno del cielo.

El P. Acosta esplicaba esta idea diciendo, que el movimiento de rotacion de la tierra de Poniente á Oriente, velocísimo en la equinoccial, era la razon física por la cual el aire presentaba entre los dos trópicos, por donde el sol verifica su curso, el movimiento de Oriente, de cuya repercusion con el aire estacionado en el principio de las zonas templadas, resultaban los vendabales y sudoestes, tan esperimentados por los mares que esceden en altura á los círculos de Cancro y Capricornio; y que muchas veces corrian como vientos furiosos sobremanera y tormentosos.

A los marinos españoles, que con tanta exactitud esplicaban en el siglo XVI la direccion levante de las brisas intertropicales, no parece que los debió sobrecoger el terror, ni la admiracion atónita cuando se sintieron llevar por aquellas al través del Atlántico, segun se asegura por Kaemtz y otros meteorologistas: tampoco es cierto que la interpretacion de las brisas constantes se haya buscado en vano por algunos siglos, hasta que en 1754 Halley y Hadley propusieron su teoría, la cual no se diferencia de la presentada por los PP. Alonso Sanchez y Acosta mas que en la aplicacion que hicieron aquellos de los nuevos estudios hechos sobre el calórico y su influencia en la mecánica de los gases.

El movimiento velocísimo en la equinoccial, de que habló el Padre Acosta, se reprodujo como causa de la direccion oriental de los constantes en la teoría de Hadley; empero las brisas que los antiguos pilotos españoles creyeron llegaban de levante, se observó posteriormente que se inclinaban al Norte ó al Sur, segun el hemisferio por donde se navegaba; resultando de aqui la necesidad de modificar la teoría propuesta en el siglo XVI, con la esplicacion térmica del Nortear y Surear, que dieron Halley y Hadley algunos siglos despues; quedando completo el estudio de los vientos constantes, y afirmada la opinion física que despues siguieron Laplace, Herschel y Humboldt.

Los huracanes que se han reproducido en los mares de las Antillas 49 veces durante los 162 años trascurridos desde 1675 hasta 1837, y que continuan siempre produciendo efectos semejantes sobre los mismos puntos de la tierra, mientras su estudio estuviese limitado á fijar las le-

yes físicas de su constancia en regiones determinadas, hubiera podido bastar la esplicacion que dió el P. Acosta sobre las brisas y los efectos de su repercusion, pues añadiendo á aquella la influencia de la forma del Atlántico entre los paralelos de 10° y 37° ó 40°, y el reflejo de los constantes en las costas americanas, se podrian producir vientos de contraria direccion en dos regiones inmediatas; no faltando mas que la demostracion elegante de Dove sobre el orígen de los vórtices aéreos, que al parecer son siempre originados por la marcha opuesta de dos grandes masas atmosféricas.

Pero los huracanes estudiados con cuidado han presentado otros fenómenos, á mas de la constancia, en los mares ecuatoriales, demasiadamente complejos, y para los cuales apenas se halla en la actualidad una esplicacion física. Por este motivo Redfield, Reid y Thom aceptaron el precepto de Steward anteriormente citado, emprendiendo trabajos penosísimos para fijar los hechos, antes de formular las leyes naturales que rijen en los fenómenos del huracan. Largo sería el referir las opiniones que la historia de la ciencia conserva escritas sobre aquel meteoro; sin embargo, lo haremos con suma brevedad. En el siglo pasado se reprodujeron por algunos las ideas de Plinio, y los fuegos, las esplosiones y los vientos subterráneos tenian una parte principal en el origen del huracan. Otros físicos hallaban influyente la atraccion de los astros, y capaz de producir mareas atmosféricas constantes en un sentido, y notables en ciertas y determinadas localidades, con el movimiento consiguiente y vientos que podian adquirir la velocidad de la tempestad deshecha. El Dr. Lister sostuvo, que una de las causas de los vientos en la zona tórrida era la respiracion de la planta llamada Lenteja de mar. Los físicos neumáticos sostenian, que la supuesta circulacion contínua de los gases hidrogenados, sulfurados y carburados por el interior de la tierra, ó por el anchuroso espacio atmosférico, reunidos al flúido eléctrico y á otros flúidos desconocidos, eran la causa efectiva de los huracanes. (*Teoría de la tierra* de Buffon, trad.) Con mucha posterioridad Mr. Lartigue sostuvo en su sistema de los vientos, que la forma del terreno y de los mares es una de las causas mas influyentes para la produccion de las corrientes circulares en la atmósfera.

Ultimamente, Mr. Espy presentó al Instituto francés su interesante teoría sobre el orígen de los huracanes y de algunos otros vientos locales, la cual fué favorablemente acojida. La opinion física de Mr. Espy se funda, en que cualquiera masa atmosférica saturada de vapores, y con una temperatura alta, se levantará flotando sobre la superficie terrestre ó marina; conforme su ascension se verifica, la presion atmosférica disminuye, de consiguiente los vapores sufrirán una espansion acompañada necesariamente de enfriamiento; con este, los vapores podrán llegar á condensarse, y con la condensacion, la temperatura de la masa atmosférica que primitivamente se levantó ganará grados térmicos, presentándose en definitiva menos pesada y mas flotante. El aire húmedo ascendente se perpetua con este juego de acciones físicas; pudiendo resultar una poderosa aspiracion desde la region superior, con un torbellino cónico de fuerza suficiente para derruir las construcciones, desarraigar los árboles, y originar todos los efectos observados en el huracan.

El cono aéreo, que en los mares de las Antillas suele presentar hasta 600 millas de diámetro, podria ser llevado primero en direccion del levante á Oeste ó S. E. por los alisios generales; posteriormente la forma de las costas y reflejo de las brisas, ó bien entrando la parte superior del huracan en la region superior de los vendabales del hemisferio boreal, tomaria la direccion de S. O. á N. E., que hasta ahora se ha observado en los huracanes por las costas de los Estados-Unidos del Norte-América, y cuando abandonando aquellas se dirijen al través del Atlántico con direccion á las Azores.

Tales fueron las teorías ó los principios en que se fundó la interpretacion física de los huracanes; pero la opinion de los antiguos pilotos españoles, la misma modificada por Halley, el trabajo notable de Lartigue, y la teoría llena de probabilidades de Espy, no son todavía suficientes para esplicar todos los fenómenos reconocidos por Reid durante las tempestades que ha sido posible recordar.

Los fenómenos comprobados por los observadores en el huracan son los siguientes: 1.° Que aquellos meteoros aéreos se presentan en dos regiones simétricamente colocadas con relacion á sus paralelos ó círculos de

latitud en los hemisferios boreal y austral, correspondiendo una de aquellas al mar de las Antillas y la otra al mar Indico. 2.° Que el camino generalmente trazado por los huracanes en la India occidental se presenta bajo la forma de una parábola, cuyo vértice está situado en el paralelo de 30° N., y cuyas ramas, la una viene de las Islas Caribes ó de Barlovento, y la otra se dirije al E. N. E., perdiéndose en el Atlántico. 3.° Que en el huracan de las Antillas se reconocen dos movimientos; rapidísimo y de rotacion el uno, siguiendo el viento la marcha contraria á las manos de un reloj, y el segundo de traslacion por la superficie de los mares, islas y porciones mas ó menos grandes del Continente. 4.° Que en los huracanes del hemisferio austral, el movimiento circular de la region atmosférica que constituye la tempestad se verifica en direccion contraria, ó en el sentido de las manos de un reloj. 5.° Que la velocidad en aquellos inmensos vórtices aéreos aumenta gradualmente conforme se disminuye la distancia al centro: este hecho lo espresaba el coronel Capper diciendo: si los cambios son repentinos y el viento violento, con toda probabilidad el barco está cerca del huracan, mientras que cuando el viento sopla largo tiempo con el mismo rumbo y los cambios son graduales, razonablemente se puede suponer que el barco está cerca de la estremidad del meteoro. 6.° Que en el punto céntrico del huracan se presenta una calma perfecta. 7.° Que el movimiento tempestuoso del aire durante los huracanes, principia por trazar circunferencias con diámetros que sucesivamente aumentan, hasta perderse la fuerza de aquel meteoro en medio de las aguas del Atlántico. 8.° Que la influencia de los huracanes sobre los barómetros se espresa por una depresion brusca de la columna mercurial, tanto mas notable cuanto el aparato físico se halla mas cerca del centro del meteoro. Esta influencia la espresa Mr. Thom del modo siguiente. «La depresion barométrica principia gradualmente hácia el borde del huracan, pero aumenta en progresion geométrica conforme la distancia del foco es menor. Cuando este último se halla próximo, la mínima altura y subsiguiente elevacion pasan con tal rapidez, que el nivel de la columna barométrica señala un ángulo agudo.» 9.° Que son frecuentes las tempestades eléctricas y las grandes precipitaciones de lluvia como precursoras ó simul-

táneas de los huracanes. 10. El último hecho comprobado por los estudios de Reid, y aplicado ingeniosamente por Piddington á la práctica de navegar, con el objeto de asegurarse de los movimientos de un huracan, y que el marino se pueda salvar de su violencia, es el mas interesante por su utilidad. Segun Reid, esta ley de los huracanes es el resultado del órden con el cual el viento en aquel meteoro pasa de un punto del horizonte á otro, en términos que á la derecha de la línea trazada por el centro del huracan sobre la superficie terrestre ó marina en el hemisferio boreal, los vientos principian siempre por correr del E., pasando despues al S. E., S. y S. O., mientras que en los mismos momentos, por el lado izquierdo los vientos llegan del O., pasan al N. O. N., cerrando con los N. E. las circunferencias que constituyen estos violentísimos meteoros; en el supuesto de referirse á la region boreal de la tierra.

Los meteorologistas se han fundado en alguno de los fenómenos que anteriormente se citan para distinguir los huracanes de cualquiera otra tempestad aérea con que pudiera confundirse; asi es que Peltier, hablando de las que muchas veces pasan cerca de los trópicos, dice: «Hácia las zonas tropicales suele presentarse repentinamente un viento de estraordinaria violencia, y que sopla durante algunas horas con direccion constante; aquel cesa, y todo queda en calma perfecta; de pronto vuelve el viento, pero siguiendo otro rumbo del compás; segunda vez cesa para reproducirse alternativamente; y de este modo en 24, 48 horas ó mas largo tiempo, ha pasado por todos los rumbos de la rosa de los vientos. Solo á esta tempestad violenta y regular se ha denominado huracan.»

Segun Daniell, los huracanes (*Meteorological Essays,* vol. I, página 198) consisten en un movimiento de rotacion que se propaga de un lugar á otro, no por la traslacion repentina ó muy veloz de toda la masa atmosférica que en cualquier momento constituye el huracan de una region geográfica á otra, sino porque las partes del aire en su trayecto reciben de las anteriores, y trasmiten á las que siguen, el movimiento de revolucion.

Aceptada la idea mecánica del Dr. Shytkes y Daniell sobre el estado que presenta la porcion atmosférica que constituye los huracanes,

será necesario modificar la opinion de Peltier, no en cuanto á la regularidad con que se suceden las ráfagas violentas durante aquel meteoro completo, sino en cuanto al número de rumbos que dichas ráfagas toman, pues el capitan Fitzroy (*Voyages of his Magesty's Ships Adventure and Beagle*) dice: «Jamás he presenciado una tempestad durante la cual el viento haya corrido mas de 15 rumbos, bien sucesivos, bien por cambios repentinos;» cuya observacion presenta comprobada el coronel Reid, asegurando que constantemente se ha visto durante los mas violentos huracanes de las Indias occidentales, que deja el viento de soplar en la direccion opuesta por donde principian aquellos meteoros: de aqui resultarian 16 ó 17 rumbos para todo el fenómeno, completándose la idea de los huracanes, y por lo espuesto anteriormente, de todos ó la mayor parte de los caracteres físicos que los diferencian de las otras tempestades atmosféricas.

Si no se encuentran en las zonas de los variables causas suficientemente enérgicas para que el huracan se origine y desarrolle, por lo menos las regiones templadas del globo pueden ser invadidas por el huracan de las Antillas, tanto en el nuevo Continente como en grandes porciones del O. del antiguo mundo, despues de haber cruzado aquellos meteoros las aguas del Atlántico. A esta consecuencia se llega por la inspeccion del trazo de los huracanes. Segun Redfield, aquellos meteoros toman la direccion de Europa en el paralelo de 30° latitud N.; se estienden por el Atlántico, pero por lo general desaparecen entre Halifax y las Bermudas. Como escepciones raras se cuentan algunos que, cruzando el Océano y ganando algunos círculos de latitud mas elevada, tocaron en Europa hácia las costas de los paises del centro.

Todavía son mas estraordinarias las dos erupciones del huracan fuera de su region meteorológica, y que Redfield dejó trazadas; la una corresponde al 10 de octubre de 1780, siete dias despues de la gran tempestad de Savanna-la-mar, y ocho dias antes del huracan solano que dispersó la armada española en marcha bajo el mando del almirante D. José Solano para el sitio de Pensacola, y sobre cuyo punto, á consecuencia del temporal, no se pudo arribar y tomar por las armas españolas hasta el año siguiente. La segunda erupcion estraordinaria fué la

del que se presentó el 1.° de octubre de 1842 en el fondo del golfo de Méjico: el dia 9 tocó en el mar de las Bermudas, desde donde aparece con un trazo conjetural é interrumpido, pero que despues arrasó la isla de la Madera, dejándose sentir sus efectos en la noche del 28 por las costas lusitanas y españolas. (*Fig.* 1.ª)

A estas dos erupciones del huracan, estraordinarias por su direccion entre los paralelos del 30° al 40° lat. N., como por la violencia y velocidad del segundo, suficientes para cruzar el Atlántico recorriendo 2000 leguas sobre la superficie del globo, pudieran agregarse algunas otras mas antiguas que debieron ser semejantes, pero de las cuales quedan tan breves noticias, que no es posible describirlas por falta de datos. Como ejemplo se encuentra el huracan que pasó el 25 de octubre de 1722 por las Canarias, originando grandes derribos de edificios; arrancó muchísimos árboles, y llegó acompañado con un turbion deshecho. Otro huracan con efectos análogos pasó sobre las mismas islas el 7 y 8 de noviembre de 1727 con grandes meteoros eléctricos. Si procedian del S. O., segun la observacion comprobada en otras tempestades del Atlántico por Piddington, puede conjeturalmente admitirse su arribada á las costas de la Península.

En el huracan de octubre de 1842, la línea que señaló el centro del meteoro presenta de particular el partir de las costas de Veracruz, desde donde pasó á la Florida; abandonó las costas del nuevo Continente para llegar á las inmediaciones y por el Norte de las Bermudas, justificando con su presencia el elegante y poético nombre que las dió Shakspeare, de siempre atormentadas (*still-vexed Bermoothes*). El espacio de 30° de lonjitud comprendido entre los meridianos de Veracruz y las Bermudas, lo recorrió el huracan desde el dia 1.° al 9 de octubre; de consiguiente su movimiento de traslacion debió ser próximamente de unas 9 millas por hora en el primer tercio de su camino. En los 60° de lonjitud, que todavía recorrió aquel meteoro hácia el E. continuando con la misma velocidad, debió emplear 18 ó 19 dias para hallarse en las islas Madera y Portosanto, que fueron visitadas, segun los diarios portugueses, por el huracan, en la noche del 27 y en el dia 28; describiéndose en aquella época los grandes desastres y muchas pérdidas sufridas

en Funchal á consecuencia de las grandes ráfagas de viento. Tambien se comprobó la llegada de aquel violento meteoro sobre los mares y costas del O. de Africa, entre el Cabo Blanco y el de Espartel, en la noche del 28 al 29, por las noticias y notables averías del místico español *Buen-Mozo,* procedente de Canarias, y que llegó de arribada á San Lúcar el dia 30, despues de haber luchado penosísima y bravamente contra la tempestad, en medio de la cual la tripulacion y pasajeros se creyeron perdidos mil veces.

Los efectos del huracan de octubre de 1842 sobre la Península española, pueden apreciarse por las noticias que publicaron los diarios de aquella época, y por los siguientes datos que se han podido recojer.

| Horas. | Vientos. | Barómetro. | Termómetro. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|
| | | | | En la bahía de Cadiz el ruido de la mar, como precursor de la tempestad y el viento, principiaron á ser imponentes al cerrar la noche del 28 de octubre, durante la cual el viento arreció hasta las $4^h$ y $30^m$ de la mañana del 29, en cuya hora se declaró el huracan deshecho, originando grandes averías en todos los barcos y muchos árboles tronchados, arrastrando los puentes de S. Pedro y el de S. Alejandro.<br>En la Alameda de Jerez, corriendo el viento del Sur, arrebató muchísimos árboles. En Conil embarrancaron con el mismo viento tres embarcaciones; entre las 9 y 10 de la mañana; otro buque se perdió en |

| Horas. | Vientos. | Barómetro. | Termómetro. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|
| | | | | el distrito de Vejer, y otro mas en la playa de la Barrosa. |
| S. FERNANDO. | | | | En S. Lúcar de Barrameda, el dia 29 al amanecer soplaba el huracan del S. E. con violencia espantosa, arreciando conforme entraba el dia; á las 8 de la mañana la tempestad era deshecha; á las 9 ventaba en todas direcciones, con destrozos y pérdidas incalculables en edificios y arbolados, quedando además encallados por la costa unos 40 barcos. |
| Noche del 28. | E. fuerte. | » | » | |
| 4 de la mañana. | S. E. Huracan. | » | » | |
| 9 de id. | S. id. | 29,03 | » | |
| 12 de id. | S. O. violento. | 29,36 | » | |
| 3 de la tarde. | Viento flojo. | 29,50 | » | |

Segun las noticias oficiales del tercio naval de Cádiz, y las dadas por el Capitan del Puerto de S. Lúcar, el huracan que corrió por la costa el dia 29 de octubre fué con viento del 2.° y 3.er cuadrante (S. E. y S. O.), perdiéndose enteramente dos Polacras, un Bergantin-Goleta, y un Charanguero. Muy averiados, pero con posibilidad de salvarse, una Polacra, un Místico, el vapor Delfin y 40 embarcaciones españolas de cabotaje, un Bergantin inglés, y una Goleta rusa desarbolada.

La tempestad principió en Gibraltar despues de anochecido el dia 28, continuando toda la noche con el imponente ruido de la mar, cuyas olas se levantaron á una altura des-

| Horas. | Vientos. | Barómetro. | Termómetro. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|
| | | | | conocida. En Málaga embarrancó el 29 al romper el dia y á la vista del puerto el bergantin francés Doumesnil, por causa de los fuertes golpes de mar y viento de Levante. El huracán invadió á Sevilla, Lebrija, Castillejo de la Cuesta, Utrera, Moron, Carmona, Ecija, y toda la Andalucía baja, durando las ráfagas violentas de viento desde las 4 |
| SEVILLA. 9 de la mañana. | S. E. Huracan. | 28,90 | » | de la mañana hasta las 2 de la tarde |
| 12 de id. | S. O. violento. | Subiendo con rapidez. | » | del 29, con grandes destrozos en los |
| 4 de la tarde. | Viento flojo. | 29,32 | » | edificios y arbolados, y con especialidad en los barcos que se hallaban en el Guadalquivir, donde pereció un marinero arrebatado por el viento. Se calculó por la violencia del meteoro y por su direccion, que las desgracias debieron ser muy notables desde Gibraltar á Lisboa, especialmente en los puntos que careciesen de abrigo contra el S. O. Segun el Director del colegio de San Telmo, el huracan corrió en Sevilla del 2.° y 3.er cuadrante, arrancando en dicho Colegio el pararrayos del S. E., con muchas tejas y ladrillos de las cornisas. Las pérdidas ocasionadas en toda la provincia por consecuencia del meteoro, se hicieron subir á algunos millones. |

| Horas. | Vientos. | Barómetro. | Termómetro. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|
| | Huracán. S. E. y S. O. | | | En Marchena se presentó como cosa notable, que en medio de una espantosa lluvia entró el dia 29 en la poblacion una gran columna de viento por el Poniente con direccion á Levante, destruyendo cuantos tejados halló: algunas chimeneas arrancadas por el pié, permanecieron en el aire cortos instantes hasta caer deshechas á una distancia inmensa con terror de todos los habitantes, siendo heridos dos hombres, un niño y una muger, á quienes el torbellino levantó en el aire y arrojó despues en diferentes direcciones. Hubo personas que aseguraban, que la columna de viento apareció como una nube de humo acompañada de ruido espantoso. |

El huracan del 29 de octubre de 1842, originando los anteriores efectos por las costas de la provincia de Cádiz, parte de la de Málaga, y en el interior de la de Sevilla, tambien debió originar pérdidas incalculables por Huelva y en las costas portuguesas del Algarve, pues algunas horas despues el huracan invadia la Estremadura española, estendiéndose á la vez por las orillas del Guadiana y del Guadalquivir para ganar las alturas de Sierra-Morena, desde donde pasó al centro de la Península.

Las observaciones barométricas que se han podido reunir, correspondientes á la region S. O. durante el huracan que se estudia, son poco numerosas; sin embargo se leyó en S. Fernando el mínimo baro-

métrico de 29,05 pulgadas á las 9 de la mañana del dia 29 de octubre; á las doce de aquel dia el barómetro ascendió á 29,36; y á las tres de la tarde la columna de mercurio habia subido á 29,50. Aquella altura mínima debió estremarse mas en medio de las ráfagas violentas del huracan, pero no consta en las observaciones directas, presentando como notable el ser el mínimo del mes de octubre y de todo el año de 1842. comparable tan solo con la altura barométrica de 29,04 que se observó en S. Fernando á las 9 de la mañana del dia 15 de febrero de 1838, en medio de la gran tempestad de aquel año; con la de 29,00, mínimo de mayo de 1837; con la altura de 29,18, mínimo de enero de 1826; con 29,09 del dia 25 de diciembre de 1817, corriendo violentísimo el viento de S. E.; y con la altura de 29,1, mínimo de diciembre de 1804.

De Sevilla se publicaron dos observaciones barométricas, una que correspondió á las 9 de la mañana del 29 de octubre, en cuyo momento las ráfagas del huracan de 1842 fueron violentísimas, señalando el barómetro 28,90 pulgadas inglesas; y la de las 4 de la tarde del mismo dia, despues de pasado el meteoro, que fué de 29,32, oscilacion diurna muy semejante á la observada en S. Fernando, que abrazó el espacio en este último de 4,7 líneas y en Sevilla de 4,2. En cuanto á la direccion del viento durante el huracan de octubre, tanto en Cádiz como en San Lúcar y Sevilla, fué del S. E., del Sur, y de S. O.; con la circunstancia especial de que, segun lo espuesto, antes de amanecer corrió en el Estrecho de Gibraltar y costa de Málaga el Este. Al romper el dia soplaba el huracan del S. E., segun las notas que corresponden á S. Lúcar. Entre las 9 y las 10 de la mañana las ráfagas violentas llegaron del Sur en Cádiz, Puerto de Santa María, Jerez, Conil y Vejer, pasando despues, durante el resto de la mañana, al S. O., en cuya direccion y en la del O. S. O. perdió su violencia el huracan.

Los efectos y la marcha sucesiva del meteoro de 29 de octubre de 1842 por las inmediaciones y sobre los bordes de la mesa central de la Península, pueden apreciarse por las siguientes notas.

| Horas. | Vientos. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|
| 9 de la mañana. | S. E. Huracan. | Huracan violento en la mañana del dia 29 de octubre en Cazalla de la Sierra; en Herrera del Duque (Estremadura) viento espantoso, cuyos torbellinos duraron desde las 11 de la mañana hasta las 3 de la tarde, con el incalculable daño de haber arrancado millares de encinas y otros árboles; llegó precedido el dia 28 de dos tempestades eléctricas. En Olivares (Estremadura) el huracan deshecho pasó desde las 9 á las 12 del dia; como precursora se dejó ver una avutarda huyendo del temporal; pero á pesar de sus esfuerzos por marchar hácia Levante fue arrastrada hácia el Norte. Tambien se observó que los pájaros, acudiendo durante la tempestad al abrigo de los edificios, se dejaron cojer en todas partes, temerosos del viento que corria. El huracan del 29 fué violentísimo por la provincia de Badajoz, con daños considerables en los arbolados de Fuente del Arco, Valencia de las Torres, Monasterio, Medina de las Torres, Berlanga y otros muchos pueblos. |
| 2 á 3 de la tarde. | S. O. id. | |
| 4 de id. | Viento flojo. | El mismo dia se sintió el huracan en Puerto-Llano, con grandes destrozos en los edificios y en los campos, y |

| Horas. | Vientos. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|
| | | donde se vió que el vendaval (S. O.) arrojaba de la torre algunas pizarras de cuatro libras de peso, haciéndolas volar sobre la poblacion hasta una distancia de 800 y mas pasos. |

El huracan, para llegar á todos estos puntos del interior, habia tenido que ganar con su movimiento de traslacion unas 36 ó 40 leguas, empleando en recorrerlas próximamente $6^h$, puesto que en la costa de Cádiz principió entre 4 y 5 de la mañana, y á Herrera del Duque y Olivares llegó entre las 9 y las 11, lo cual supone una marcha de 6 leguas por hora, que es doble de la que el mismo meteoro presentó al cruzar el Atlántico. Relativamente á su caracter giratorio y violento se le reconoce en esta primera zona interior de la Península española, á pesar de la brevedad de las noticias, pues en Olivares, siendo sencilla la observacion del vuelo de un pájaro, es decisiva para probar que el viento tempestuoso fué del S. E. ó del S., mientras que en Puerto-Llano durante los momentos de la mayor violencia señalaron el S. O. cambios de direccion en las corrientes del aire, que fueron sucesivos, y semejantes á los señalados anteriormente por las costas meridionales de España.

La presencia del huracan de octubre de 1842 en las orillas y cuenca del Tajo quedó comprobada por las pérdidas y grandes daños que resultaron en Toledo, Aranjuez, Madrid y Guadalajara, debiendo el meteoro haberse estendido hasta los terrenos de las primeras fuentes de aquel rio y las correspondientes al Júcar, pues la parte alta de este último fué invadida, segun las noticias que de Cuenca se publicaron.

| | Horas. | Barómetro. | Termómetro | Vientos. | Estado atmosférico |
|---|---|---|---|---|---|
| MADRID. Dia 28. | 6 | 705,28 | 8,75 | N. E. | Lluvia. |
| | 9 | 704,62 | 9,68 | N. E. | Lluvia. |
| | 12 | 701,94 | 10,00 | N. E. | Lluvia. |
| | 15 | 700,53 | 10,62 | N. E. | Lluvia. |
| | 18 | 699,17 | 10,62 | Norte. | Lluvia. |
| | 21 | 698,90 | 10,62 | Calma. | Nublado. |
| | 24 | 696,69 | 10,00 | Este. | Lluvia. |
| Dia 29. | 6 | 695,12 | 10,62 | N. E. | Lluvia. |
| | 9 | 694,67 | 11,87 | Este. | Nublado. |
| | 12 | 691,51 | 12,50 | S. E. | Lluvia. |
| | 15 | 685,57 | 13,75 | S. E. huracan. | Lluvia. |
| | 18 | 686,81 | 12,25 | S. E. huracan. | Nublado. |
| | 21 | 696,34 | 9,37 | S. O. recio. | Nublado. |
| | 24 | 699,22 | 8,75 | S. O. | Nublado. |

**OBSERVACIONES.**

En Toledo el meteoro tempestuoso duró desde las 12 hasta las 5 de la tarde, corriendo del Sur. Cuando presentó mayor violencia produjo grandes destrozos en los edificios y arbolados, tronchando muchos en la glorieta de Zocodover, y desarraigando en los montes algunas encinas seculares de 400 arrobas de leña. Llegó precedido de una tempestad eléctrica y fuertes lluvias por toda la noche del 28.

En Aranjuez el huracan del 29 originó pérdidas de consideracion, entre las cuales se cuenta el destrozo de 300 árboles.

En Madrid corrió desde las 2 de la tarde hasta las 9 ó 10 de la noche sin daños considerables. Llegó precedido de grandes lluvias en el dia 28, y los rumbos del viento fueron, segun los registros del Observatorio, del E. S. E. y S. O. en las dos últimas direcciones con la violencia del huracan.

| | Horas. | Barómetro. | Termómetro. | Vientos. | Estado atmosférico. |
|---|---|---|---|---|---|
| MADRID. Dia 30. | 6 | 702,28 | 8,45 | S. O. | Niebla. |
| | 9 | 705,79 | 9,57 | Norte. | Niebla. |
| | 12 | 706,54 | 11,87 | Calma. | Nubes. |
| | 15 | 706,90 | 11,87 | Norte. | Despejado. |
| | 18 | 707,85 | 11,25 | N. E. | Nubes. |
| | 21 | 709,50 | 10.00 | N. E. | Nubes. |
| | 24 | 710,00 | 9,57 | N. E. | Nubes. |

## OBSERVACIONES.

En Guadalajara principió el viento á correr con violencia á las 3 y 30m de la tarde, continuando hasta media noche con grandes daños en el arbolado.

En Cuenca el huracan fué terrible en la tarde del 29, con derribo de muchas chimeneas, y en la Hoz de Huécar de muchos árboles, entre los que se contaban 7 nogales corpulentos. Llegó precedido en el dia 28 de una tempestad eléctrica y de grandes lluvias, que continuaron toda la noche hasta el amanecer del dia 29.

Por la cuenca del Duero, á lo menos en la region interior de la Península, los efectos del huracan de octubre de 1842 llegaron á ser muy poco perceptibles, y la duracion de aquel mas corta; sin embargo, como en el Tajo y sus vertientes, y como en Estremadura, llegó precedido de tempestad eléctrica el dia 28 con gruesas lluvias por la noche y casi todo el dia 29, resultando en Valladolid que, arrastrado por el agua el mortero, arena y algun cimiento de los estribos y pretiles del puente del Matadero, que se halla sobre el brazo izquierdo del Esgueva, se arruinó una parte de dicho puente por aquella causa y por la de algunas ráfagas fuertes de viento S. O. que se sintieron sobre las 4 de la tarde del dia 29, constando estas ruinas en las actas de la municipalidad.

Todas las conjeturas hacen creer que el huracan de octubre del año 42 concluyó su marcha por el interior de la Península en las faldas meridionales de los montes Carpetanos, desde la Sierra de la Estrella ó Gredos hasta las vertientes de la Serranía de Albarracin, pues no se pueden hallar indicaciones positivas que prueben su paso al lado N. de aquella cordillera, mientras que por las orillas del Mediterráneo no se notaron los vientos violentos que tantas pérdidas habian originado por el interior. Asi fué que en Barcelona el Sr. Yañez señaló en sus observaciones las lluvias del dia 28, la depresion barométrica del 29, que fué de 15 milímetros con relacion á la máxima altura del dia anterior; y respecto de vientos no resulta observacion alguna particular sino la de correr variables, hasta que el dia 30 el N. O. soplaba algo fuerte.

BARCELONA, DIAS 28, 29 Y 30 DE OCTUBRE DE 1842.

| [illegible] | Máximos barométricos. | [illegible] barométricos. | [illegible] termométricos. | [illegible] termométricos. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 28 | 765 | 757 | 15 | 12,5 | Cubierto: lluvia: variacion de vientos. |
| 29 | 755 | 750 | 16,6 | 15,7 | Cubierto: lluvia: variacion de vientos. |
| 30 | 759 | 750 | 16,6 | 15,0 | Sereno: alguna nube: N. O. algo fuerte. |

De todos estos datos se deduce, que la region de la Península invadida por el huracan que se estudia fué la del O. Este meteoro penetró muy poco en el Mediterráneo por el lado del estrecho de Gibraltar, resultando que en nuestra region Levante no se sintieron los efectos, ni de las zonas circulares del huracan ni de la violencia de los vientos que por impulso pudieran originarse en derredor de aquellas. Las razones físicas de este hecho son dos: la primera dependiente de la posicion que ocupó el centro del huracan en los momentos de su mayor proximidad á las costas occidentales de la Península. Esta distancia puede apreciarse en 300 ó 400 millas, en cuyo supuesto la influencia del huracan de 1842 no pudo ni debió estenderse hasta las costas del Mediterráneo, aun cuando se le concediera un diámetro de 1.000 millas, que es la máxima amplitud á que han llegado aquellos meteoros en el Atlántico, segun las observaciones de Redfield y Reid. La segunda razon se halla en la forma del terreno, que en la Península se presenta como un plano inclinado, ganando altura desde el S. O. en direccion del E., N. E. y N.; resultando de aqui que la porcion de la base del cono aéreo, ó sea el huracan que pasó sobre nuestro pais, debió cambiar su movimiento horizontal de traslacion sobre la superficie de las aguas del mar por otro tan oblícuo al horizonte como lo es el suelo español, perdiéndose su violencia en el espacio, y quedando resguardada la region del E. por Sierra-Nevada, por los altos de Sierra-Segura, y por las alturas de Albacete y Albarracin. En cuanto á mucha parte de las orillas del Duero, las del Ebro y la costa de Cataluña, su defensa fueron los Montes Carpetanos. Si el huracan tocó al Pirineo, no debió verificarlo por sus faldas: en todo caso lo verificaria sobre su tercio superior, donde ó perderia del todo su fuerza y movimiento rotatorio con el choque, ó adquirió una direccion muy oblícua y ascendente; esplicándose de este modo la falta absoluta de noticias del huracan de octubre de 1842 en la region N. E. de la Península ibérica.

Determinados los límites y la estension de terreno invadido en el S. O. de Europa por la tempestad aérea de 1842 (*fig.* 2), recordaremos con brevedad los principales fenómenos físicos que presentó en la Península, con el objeto de comprobar si aquella tempestad formó parte

de uno de los huracanes tan frecuentes sobre los mares intertropicales, y que tan rara vez llegan á las zonas de los variables.

Uno de los fenómenos mas característicos que presentó la tempestad del 29 de octubre de 1842, conforme á los hechos que han quedado comprobados, es el cambio regular en los rumbos del viento, tanto en las costas del S. O. como en el interior de España. A las ráfagas violentas que principiaron á correr del E. se siguió el viento mas veloz del S. E., en cuya direccion dió orígen á pérdidas y desgracias considerables. El arreciar de la tempestad fué con el S., cambiando despues al S. O., en cuyo rumbo todavía conservaba mucha fuerza. De consiguiente, segun la definicion de Peltier, la de Fitzroy y la de la generalidad de los meteorologistas, aquel viento, regular en sus cambios, fué un huracan, no siendo posible confundirlo con la tempestad constituida por los vientos directos.

El tiempo de la arribada y la permanencia de aquel meteoro por la costa, y los momentos de su presencia en el interior, con mas las observaciones termométricas recojidas en Madrid, prueban el carácter distintivo de los huracanes, segun la definicion que dió Danniell de estos enormes torbellinos. En Cádiz la velocidad del aire era notable á las 9 de la noche del dia 28 de octubre, y en aquella hora los registros del Observatorio de Madrid señalaban calma, no hallándose en estos últimos nada notable durante las horas en las cuales la tempestad se sintió violenta por las costas del Atlántico; recíprocamente, desde las 3 de la tarde á las 12 de la noche del 29 todo habia cesado en la primera region de nuestro pais invadida por los vientos, mientras que en el interior corrian con velocidad estrema. Si el movimiento de rotacion de la atmósfera que se observó en la Península durante la tempestad de octubre de 1842 no hubiera estado localizado á una sola region, que recibia de la precedente la velocidad tempestuosa y la tendencia del movimiento circular, hubiera sido posible, y aun efectiva, la traslacion al centro de España de las atmósferas de las Islas Canarias, Madera é Islas Azores; tal vez hubiera sido trasportada sobre nuestro pais una parte de la atmósfera intertropical: pero la presencia de aquellas porciones atmosféricas suponen la elevacion de los termómetros en los puntos por

donde fuesen pasando, y dichas alturas termométricas no se pueden comprobar.

En el cuadro de observaciones meteorológicas que corresponde á Madrid se observa que el termómetro descendió en el dia 28 de octubre de 1842 por causa de la lluvia contínua y los vientos rasantes del N. E. La temperatura media aquel dia fué de 10°,05, presentándose además constante el grado 10°,62 por espacio de 9 horas. En el dia 29 la media térmica se elevó á 11°,16, un grado mas alta que en el dia anterior; el máximo de las 3 de la tarde fué de 13°,75, que todavía no llegó á ser igual á 13°,9, media de un dia cualquiera de octubre segun las observaciones de 19 años. Para determinar si estas diferencias pudieron tener orígen en el trasporte de la atmósfera que corresponde al Atlántico, y en direccion S. O. de la Península, basta estudiar los números siguientes, que espresan las medias termométricas diurnas de los meses de octubre.

| | |
|---|---|
| Santa Cruz (Canarias)........... | 23°,72 |
| Orotava (id.)...................... | 21°,67 |
| Las Palmas (id.).................. | 29°,22 |
| Funchal (Madera)................ | 19°,28 |
| San Miguel (Azores)............. | 17°,22 |

Si la atmósfera de la region atlántica de estas islas, cuya temperatura media de octubre es igual á 22°,22, hubiera sido trasportada con la velocidad del huracan al centro de España, los termómetros en este lo señalarian con sus alturas de un modo bien notable. Con mas probabilidad puede asegurarse que la atmósfera de nuestras costas meridionales, la de la cuenca del Guadalquivir, y mejor todavía la que corresponde al S. de la mesa central, fueron las trasportadas casi instantáneamente á las faldas de los Montes Carpetanos; dando por resultado la elevacion de 2° en el termómetro de Madrid cuando principió á correr el huracan.

La causa física productiva del huracan de octubre de 1842 se trasladaba de un lugar á otro de la Península española, originando los movimientos de rotacion con las condiciones mecánicas que indicó Danniell,

y segun las cuales aquel meteoro consiste en el movimiento que se propaga, no por la traslacion repentina ó muy veloz de toda la masa atmosférica, que en cualquier momento constituye el huracan de un punto geográfico á otro, sino porque cada una de las partes del aire en su trayecto recibe de la anterior, y trasmite á la que sigue, el movimiento de revolucion.

Tambien se prueba la localizacion sucesiva sobre la Península de los efectos físicos del huracan de 1842 por las observaciones barométricas de la costa del S. O. comparadas con las de Madrid; pues en San Fernando y en Sevilla los barómetros se deprimieron, señalando su mínima altura sobre las 9 de la mañana; desde este momento principió su ascenso hasta señalar á las 4 de la tarde 5 líneas de mayor altura: esta flexion en el S. O. correspondió al tiempo de la mayor violencia del meteoro. En Madrid la depresion barométrica aparece retrasada: su mínimo pasó á las 3 de la tarde, no ganando el barómetro 10 milímetros de altura hasta las 9 de la noche, y corriendo recíprocamente el huracan durante aquel espacio de tiempo.

Además de la exactitud y conveniencia que se echa de ver entre las ideas de Peltier y de Danniell sobre los huracanes con el meteoro aéreo que corrió en la Península española durante el 29 de octubre de 1842, se observaron simultáneamente todos los hechos señalados por Reidfield y Reid en las mismas tempestades del mar de las Indias Occidentales. El doble movimiento de los huracanes de traslacion hácia el N. E. y el de rotacion quedaron demostrados. Este último indicó que la region de nuestro pais invadida por la tempestad de octubre en aquel año lo fué tan solo por el semicírculo de la derecha del huracan, pues en esta parte, segun la ley de Reid, los vientos primero corren del E., pasan por el S. E. al S., desde donde el cambio de rumbo es al S. O. Los vientos opuestos corresponden al semicírculo de la izquierda; de consiguiente, segun las observaciones la Península quedó comprendida en la derecha, verificándose la rotacion del aire en el sentido opuesto á las manos de un reloj.

Las precipitaciones grandes de lluvia, las nubes cargadas con fuertes tensiones eléctricas se presentaron sobre nuestro pais como precur-

soras y simultáneas del huracan de 1842. Respecto de sus efectos mecánicos seguidos de las ruinas de edificios, de la destruccion y desarraigo de muchos cientos de plantas arborescentes, con mas la pérdida de numerosas embarcaciones ancladas en las costas españolas y lusitanas, tan solo puede presentarse la consideracion de que si el huracan llegó debilitado á la Península por su largo viajar sobre el Atlántico, tambien se sostuvo sobre nuestro suelo en los cuadrantes S. E. y S. O., que segun los marinos son los mas peligrosos por su violencia cuando aquellos grandes meteoros marchan hácia el N. E.; resultando de aqui que no se podrán menos de admitir como considerables las pérdidas sufridas en toda la Península por causa de la tempestad que se lleva estudiada.

Despues de todo lo espuesto sobre la tempestad que llegó en octubre de 1842 á la Península española, tan solo se presentarán dos consideraciones generales, la una dependiente del juicio que formó el profesor Danniell sobre la ley de rotacion del viento en los huracanes estudiados por Reidfield en el límite N. de la zona de los Constantes. Pero en esta parte es suficiente la esposicion sencilla de lo que Danniell dice: «Si la observacion de que en los terribles tornados el movimiento de re- »volucion se verifica siempre en el mismo sentido, corriendo invariable- »mente de izquierda á derecha cuando se entra en el círculo, y de de- »recha á izquierda cuando se le deja apartándose del centro, se obten- »dria una ventaja incalculable para la navegacion, pues los marinos co- »nocerán el punto por donde se ha de esperar el viento virando con »oportunidad, y esta es maniobra de la cual depende esencialmente la »seguridad de la nave. Además, conocida aquella ley se podria hacer »rumbo apartándose cuanto fuese posible del centro del huracan, donde »la violencia y los repentinos cambios de vientos son mayores.

»Es preciso no olvidarse que tales tempestades son comparativamen- »te una rara escepcion en la marcha general de los fenómenos atmos- »féricos. Sin embargo, el espíritu de generalizacion ha llegado demasia- »do lejos con la opinion de que no solo todas las tempestades siguen la »ley que ha sido deducida del estudio cuidadoso de los tornados, sino »que los vientos variables de todos los climas tienen el mismo orígen.» Con objeto de aclarar estas dudas fundadas de Danniell, se ha procedi-

do al estudio del huracan de octubre de 1842 en la Península conforme en un principio se indicó.

A la consideracion anterior pueden agregarse algunas otras que conducirian al conocimiento de los vientos que los antiguos marinos españoles denominaron tornados ó trabados, y sobre los cuales nuestra Nacion deberá tener en sus registros marítimos grandes riquezas de datos y observaciones físicas, tanto por sus frecuentes navegaciones en el mar de las Antillas como por sus posesiones de Oceanía, adonde no se ha llegado por mucho tiempo sin cruzar antes la region de los huracanes de las islas Rodriguez. Procuraremos evitar una larga digresion que no conduciria al objeto, reproduciendo parte de la nota final de Reid en su ensayo sobre el desarrollo de los huracanes. Allí, dice, refiriéndose á la Inglaterra: «Nuestro propio pais es demasiadamente limitado para las comparaciones; en este estudio se requiere que las naciones se asocien para determinar las leyes físicas de la atmósfera;» y posteriormente manifiesta que el *Trinity-Board,* deseoso en la actualidad de contribuir á los estudios de las tempestades, ha mandado que se verifiquen las observaciones mas cuidadosas en todas las torres de los faros.

El capitan Bowles, Inspector general de guarda-costas, ha dispuesto que en todos los cruceros se recojan observaciones horarias sobre el tiempo.

El Secretario último de Estado de las colonias, Lord Gleneld, remitió instrucciones sobre este asunto á todas las colonias inglesas, cuyas comunicaciones estractadas se depositan en las oficinas de aquellas.

Los Lores del almirantazgo han dispuesto que los oficiales de la armada británica fijen su atencion sobre estos estudios, señalando una nueva forma en los cuadernos de mar para que se adopte, con el objeto de que puedan apuntarse todos los fenómenos meteorológicos y el momento en que pasaron. Los cuadernos de mar de los barcos de guerra se depositan en Somerset-House, á cargo del Secretario general de la armada. Otros muchos pasos se han dado confiando en obtener felicísimos resultados, y que obligarán con interés á otras naciones hácia esta clase de estudios.

Como la marina española continuará dirijiendo por mucho tiempo la

proa de sus naves hácia el Oeste, y como sobre nuestras mejores colonias, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, se repetirán los huracanes y los tifones, se comprende que tendremos siempre un interés muy grande por todo lo que conduzca al conocimiento de aquellos meteoros, y que de muchos de estos que corrieron quedando indeterminados, ó que tal vez son desconocidos en la actualidad, los únicos datos físicos que prueban su naturaleza, su existencia y sus efectos se hallan en los cuadernos de mar de nuestra marina mercantil y militar. Existen; pues abriguemos la esperanza de que con el tiempo llegarán á ser conocidos del mundo científico, con beneficio é influencia justa sobre el arte y práctica de la navegacion.

Valladolid 27 de mayo de 1853.

*Manuel Rico y Sinobas.*

**Caminos seguidos por los Huracanes de Octubre de 1780 y 1842**

en las Indias Occidentales

segun Redfield.

Guadalajara

MADRID

Cuenca

Toledo

Ciudad-Real

Badajoz

Llerena

Andujar

Cordoba

Sevilla

Huelva

Malaga

Cadiz

Gibraltar

# Plano
## del Huracan en la Peninsula Ibérica
conforme pasó el dia 29 de Octubre de 1842.

# NOTICIA

SOBRE

# LAS AURORAS BOREALES

OBSERVADAS EN ESPAÑA

**DURANTE EL SIGLO XVIII Y PARTE DEL XIX,**

POR


## EL SEÑOR DON MANUEL RICO Y SINOBAS,

*Académico corresponsal nacional.*


---

Conocida por los físicos la necesidad de reunir todos los datos que tengan relacion con el magnetismo terrestre, para que la ciencia pueda formular las leyes naturales de los fenómenos conocidos bajo las denominaciones de *Luz zodiacal* y *Auroras polares,* el corresponsal que suscribe cree oportuno trascribir á la Academia la nota siguiente sobre las Auroras boreales observadas en España durante el siglo XVIII y lo que va trascurrido del actual, con las descripciones que de ellas se hicieron en tiempos y por personas diferentes.

Se comprende facilmente que en la presente noticia no tendrian lugar oportuno las estensas y numerosas consideraciones á que dan lugar las dos hipótesis por cuyo medio se esplican en la actualidad los fenómenos de las Auroras polares: á pesar de la belleza científica de la una, en que se supone á la tierra en un estado magnético permanente, capaz de adquirir tension y fuerza bastante para originar tempestades magnéticas en los polos, y de los pensamientos llenos de probabilidad

científica, con los cuales Mr. Cauchi ha presentado la segunda hipótesis sobre la causa de las Auroras polares, creyendo encontrarla en medio de las ondulaciones y vibraciones resultantes del choque entre la sustancia etérea que los astros arrastran con su movimiento de traslacion, y la del etér tranquilo y en reposo que llena la inmensidad del espacio.

1.ª La primera Aurora boreal observada en España durante el siglo XVIII fué la señalada por el P. Tosca, correspondiente á 1701, y de cuya descripcion queda tan solo «que se vió un resplandor luminoso é intenso en Valencia durante la noche.»

2.ª Aurora boreal del 17 de marzo de 1726, observada desde un buque inglés que navegaba cerca de las costas de España.

Esta aurora fué vista en todo el Norte de Europa.

3.ª Aurora boreal del 19 de octubre de 1726, observada en Lisboa y en Cádiz, que tambien fué vista en Nápoles, Roma y el Norte de Europa.

4.ª Aurora boreal de últimos de diciembre de 1737, vista en Asturias por el P. Feijoo y otros observadores.

5.ª Aurora boreal del 18 de enero de 1770, vista en España, y cuya descripcion fué hecha por D. Francisco Mariano Nifo, segun se observó en Córdoba y otros puntos. «Fué muy encendida desde las ocho de la noche hasta cerca del amanecer, y ocupaba la parte septentrional del horizonte y desde Oriente á Poniente, elevándose con gran sorpresa por su variedad de tintas hasta casi el cenit del observador.»

6.ª Aurora boreal del 17 de julio de 1783: se observó en Madrid, y cuya luz principió á las 11ʰ y 30ᵐ de la noche, ascendiendo desde la parte septentrional del horizonte en ráfagas piramidales formando unos limbos ó senos gruesos y oscuros cerca de la base. Se estendió poco hácia Oriente y Poniente, presentándose con resplandor vivo, pero con tintas mas bien blancas que de otros colores.

Los accidentes meteorológicos en julio de 1773 fueron vientos del S. O. y O. hasta el dia 12 con atmósfera despejada y temperaturas calurosas; se siguieron cuatro dias hasta el 16 de nubes tempestuosas con truenos repetidos, llegando aquellas por el S. O. En el dia 17 el viento

giró hácia el N. O., apareciendo por la tarde algunas nubecillas manipuladas que se disiparon, siguiéndose la Aurora boreal. La temperatura máxima del ambiente durante aquel dia fué de 26°, y el termómetro al sol 31°. El barómetro indicaba el peso de 26 pulgadas, variable á buen tiempo. En lo restante del mes corrieron vientos fuertes, especialmente el S. O. en el dia 20.

7.ª Aurora boreal del 13 de mayo de 1777, observada en Fitero por el P. Larrea.

8.ª Aurora boreal del 13 de octubre de 1777, observada en Fitero, de mas viveza que la anterior, y que Larrea describe del modo siguiente: «Puesto el sol se presentó por el Poniente un fenómeno de color muy encendido, con movimiento hácia Levante, donde permaneció con intensidad considerable hasta las $10^h$ y $3^m$ de la noche: á esta hora se estinguió repentinamente, avistándose en el ocaso cuatro columnas luminosas de color rojizo y de mucha estension, dirigiéndose con movimiento paralelo hácia Levante, y cuyos estremos se perdian en el septentrion y hácia las regiones australes. Durante su paso bajo las estrellas del norte horologial é inmediatas desmereció visiblemente la luz ordinaria de aquellas por espacio de 4′ y 30″. La claridad notable de esta aurora permaneció toda la noche hasta el crepúsculo del dia 14, llegando á su máximo de luz sobre las $2^h$ y $15^m$ de la mañana.

9.ª Aurora boreal del 25 de febrero de 1778: se observó en Madrid, y se estendia á las $10^h$ de la noche por la parte Norte y desde Poniente á Oriente. Las ráfagas luminosas ó irradiaciones fueron pocas y teñidas con tintas blancas, estendiéndose hasta el cenit. Sus limbos ó senos cubrieron la parte septentrional del horizonte con un colorido muy rojo y poco oscuro.

El carácter meteorológico de aquel mes de febrero le constituyeron los frios y fuertes hielos de los primeros dias, con vientos boreales fuertes y alguna nieve. La fuerza del Norte arreció en el 24 y 25; despues se verificó el cambio del viento en S. O. hasta el 2 de marzo, desde cuyo dia volvió á nevar, concluyendo por serenarse el tiempo el 9 de dicho mes.

10.ª Aurora boreal del 28 de junio de 1778, principió en Madrid

:

sobre las $8^h$ y $3^m$ de la noche, siguiendo hasta pasadas las $12^h$; fué mas blanca que roja, y no se levantó demasiado hácia el cenit.

Esta aurora fué precedida de dias serenos, y seguida de algunas tempestades y de un mes de julio notable por la temperatura fresca y moderada.

11.ª Aurora boreal del 11 de setiembre de 1778. Despues de finalizado el verano frio se repitió en Madrid el resplandor boreal, al que se siguieron nieves y alguna lluvia de la parte del N. O.

12.ª Auroras boreales de 9, 10 y 13 de febrero de 1779. Se observaron en Madrid desde antes de las $10^h$ hasta pasadas las $11^h$ de la noche los dos primeros resplandores boreales, inclinándose al N. O., y el del dia 13 corriéndose gradualmente desde Poniente á Oriente. Las irradiaciones luminosas fueron pocas en número durante estas pequeñas Auroras boreales, pero sus limbos se presentaron unidos formando en los estremos superiores ondas ó dentelladuras desiguales.

En la primera semana de febrero corrieron vientos frios del Norte con escarchas fuertes, á las que se atribuyeron gran número de muertes repentinas. En lo restante del mes y pasadas las auroras, la temperatura fue moderada.

13.ª Aurora boreal del 14 de marzo de 1779. Se repitió el resplandor boreal en Madrid, precedido de tiempo vario y tempestades.

14.ª Aurora boreal de 9 de noviembre de 1779. Desde principio de noviembre se observaron en Madrid durante las noches serenas resplandores septentrionales, hasta la hermosa y estensa aurora del dia 9, teñida con tintas mas blancas que rojas, la cual fué seguida de vientos fuertes del Norte y nieves, con alternativa de atmósferas toldadas, escarchas, hielos y serenidad.

15.ª Aurora boreal del 29 de febrero de 1780. Se observó en Madrid á las $8^h$ de la noche, estendiéndose por toda la region septentrional, pasando algunas nubecitas luminosas sobre el cenit hácia la region austral. Esta aurora se repitió en el dia 1.° de marzo, pero con menos intensidad.

16.ª Aurora boreal del 28 de julio de 1780, observada en Madrid, estendiéndose desde Poniente á Oriente, precedida de tiempo seco y seguida de nieves.

17.ª Aurora boreal dudosa en mayo de 1787, durante cuyo período mensual corrieron en Barcelona, donde la observó Salvá, vientos fuertes del Norte por cuatro dias. La atmósfera permaneció con nubes por espacio de veintinueve dias, oscilando el termómetro entre 20° y 9°, y el barómetro 28pulg.s franc.s 3l.s,6 y 27p. 9l.s.

18.ª Aurora boreal del 13 de julio de 1787, observada en Madrid y Barcelona entre las 11h y 12h de la noche, en medio de una atmósfera despejada y clara.

Este meteoro fué precedido de vientos variables del Norte y Oeste, y seguido de australes con atmósfera toldada. Los barómetros en Madrid y Barcelona señalaron, durante la aurora boreal, una de sus alturas mínimas; en el primer punto de 25pulg.s franc.s 10l., y en el segundo de 27p. f. 10l.. La temperatura descendió en los cuatro dias siguientes á la luz polar.

19.ª Auroras boreales dudosas del 11 y 15 de febrero de 1788. Se observaron en Barcelona resplandores luminosos hácia el Norte, precedidos de vientos boreales fuertes y seguidos de orientales y australes. La atmósfera permaneció generalmente toldada, con lluvias, y una tempestad de truenos y granizo en el dia 21 de aquel mes.

20.ª Aurora boreal dudosa del 3 de marzo de 1788. Se observó en Barcelona, estendiéndose mas hácia el Oeste; fué precedida de viento fuerte el dia 2, volviendo á correr con velocidad muy grande despues del resplandor boreal. En Madrid el dia 4 á las dos de la tarde cayó granizo y lluvia con viento fuerte del Oeste. El granizo fue esférico, de cinco líneas de diámetro; fundida su agua se observó con el microscopio, encontrando en suspension arenillas, pajitas, pelos, y un sinnúmero de infusorios aovados, vivos, trasparentes, con varias manchas oscuras, y dotados de movimientos diversos.

21.ª Aurora boreal en junio de 1788, observada en Barcelona; se la calificó de las blancas, y bastante parecida á la luz zodiacal: el resplandor luminoso se presentó hácia el O. N. O.

22.ª Aurora boreal del 22 de agosto de 1788, observada en Madrid. Cuando concluyó el crepúsculo de la tarde ocupó su lugar un colorido sonrojado oscuro que se convertia en aurora boreal conforme entraba

la noche, hasta que á las 9h se dejaron ver algunas ráfagas blancas poco luminosas, á las cuales se siguió el enrojecerse todo el espacio de N. E. á N., hasta que la luna á las 10h y 15m apareció sobre el horizonte.

23.ª Aurora boreal del 29 de agosto de 1788, observada en Madrid entre las 8h y 10h de la noche, teñida de color rojo intenso. Estas dos auroras fueron seguidas de calmas y vientos flojos del S. O. La temperatura descendió notablemente en Barcelona y Madrid durante el dia 27. La presion atmosférica estuvo espresada por la media barométrica mensual.

24.ª Aurora boreal del 24 de setiembre de 1788. Se observó en Madrid y Barcelona despues de las 11h de la noche; fué precedida de algun descenso de temperatura, y correspondiendo á un periodo mensual en que dominaron los vientos E., E. N. E. y S. E., con doce dias de lluvia y ocho de tempestad en Barcelona.

25.ª Auroras boreales dudosas del 21 y 22 de octubre de 1788, observándose tan solo resplandores luminosos durante la noche en direccion del N. y N. O. de Barcelona.

26.ª Aurora boreal dudosa del 14 de marzo de 1789, observándose en Barcelona un lijero resplandor.

27.ª Aurora boreal en octubre de 1789, vista en direccion N. O. de Barcelona.

Desde este año dejaron de ser frecuentes las auroras boreales en Europa, para volver á reproducirse desde 1820 en adelante. Relativamente al segundo periodo, que principió en dicho año, no se han podido hallar descripciones sobre las auroras boreales observadas en España hasta la de 1831, que es como sigue.

28.ª Aurora boreal del 7 de enero de 1831, observada en Lérida (Gaceta de Madrid). «A las 7h y 3m de la noche apareció en la atmósfera, á la parte de Tramontana (Norte), un fenómeno luminoso como una faja blanca y estrecha, de la que se desplomaba un cordon, y mas abajo de aquella se manifestaba como un nudo de rayos é irradiaciones, desapareciendo unas y sucediéndose otras en tal conformidad, que el resplandor á cada momento era muy grande. El estado de fuego duró una hora, en que dió vuelta la referida faja luminosa de Tramontana á Po-

niente, donde se disipó.» Durante la misma noche se observó esta aurora boreal por todo el Norte de Europa, y en el lago Erie, en el Norte de América.

Relativamente á los meteoros observados en España como precursores de aquella, fueron notables y caracterizados por vientos muy fuertes en diferentes puntos á fines de diciembre, con especialidad el que corrió en Santander del N. O., principiando á las 2 de la tarde. A las 4 seguia el viento, pero en ráfagas violentas interrumpidas por calmas de 8 y 10 minutos. Los destrozos en edificios, barcos y arbolados fueron estraordinarios.

La aurora del 7 de enero fué seguida de temporales duros por toda la Península, hielos y nieves, y posteriormente grandes lluvias que principiaron el 13 de enero, con inundaciones por las vertientes cantábricas, en Navarra y Aragon por el Ebro, en el centro por el Duero, Tajo y Guadiana, y en el mediodía por el Guadalquivir, Jenil y sus afluentes.

29.ª Aurora boreal del 18 de octubre de 1836, observada desde muchos puntos de la Península. En Valladolid apareció la atmósfera teñida con colorido rojo intenso é irradiaciones vivísimas, durante cuyo fenómeno, no solo la atmósfera sino los edificios y cuantos objetos se distinguian reflejaron iguales tintas, con especialidad entre las $7^h$ y $30^m$ y las $10^h$ de la noche. Durante aquel mes de octubre, la temperatura en Madrid osciló entre 2°,2 centígrados y 25°. Relativamente al estado de la atmósfera, no se observó mas que en la primera mitad estuvo toldada y el resto despejada.

30.ª Aurora en la primavera de 1837, observada en Valladolid entre las $12^h$ y $30^m$ de la noche y las 2 de la mañana, notable por su colorido rojo subido, pero no se conocen sus detalles.

31.ª Aurora boreal del 31 de octubre de 1839, observada en Barcelona y Sevilla; del primer punto existe la descripcion siguiente hecha por D. Narciso Vidal. «Nebuloso amaneció aquel dia; mantúvose en tal estado hasta muy entrada la noche, en que cayó una lijera lluvia, durante la cual el barómetro ascendió 1 línea, sin percibirse alteracion sensible en la temperatura; principió mas adelante á correr el Norte, el cual,

despejando la atmósfera por esta parte, la dejó serena y muy húmeda.

A eso de las 10$^h$ aparecieron por el Norte dos columnas luminosas de color purpurino fuerte casi iguales en dimensiones, y dirijida la una hácia el N. O. y la otra hácia el N. E., estendiéndose de Norte á Sur. Estas dos columnas se hallaban en un principio poco separadas y convergentes; mútuamente se fueron acercando, y terminaron por unirse desde la parte superior hasta un poco mas abajo del polo. Desde el último punto de reunion hasta la parte inferior de ambas columnas se formó una especie de segmento parabólico, cuyo vértice se hallaba inmediato al Norte y un poco al Oeste, de modo que el fenómeno manifestó entonces una figura oval, estribando casi simétricamente sobre el insinuado segmento, que por su colorido blanquecino hacia que la masa purpúrea se pareciese á la figura de un riñon.

Cada una de las columnas luminosas fué centro de irradiaciones mas ó menos vivas, conservando esta propiedad aun despues de verificada su reunion, abrazando entre ambas el espacio celeste de N. O., N. y N. E. El borde inferior del óvalo luminoso se hallaba elevado unos 24° sobre el horizonte y el superior unos 64°; es decir, que abrazó unos 40°, á saber: 23° por encima del punto Norte, y 17° por debajo. Desde los centros de irradiacion de las columnas se difundia por todos lados una luz de púrpura muy intensa, que iba gradualmente debilitándose á medida que se acercaba á los estremos, hasta confundirse con el azul puro de la atmósfera. La primera columna, ó sea la del N. y N. O., brilló siempre con mucha mayor intensidad que la otra, y presentaba inmediato á su centro y hácia la parte N. N. O. una ráfaga vertical y algo curvilínea á manera de arco iris, pero menos arqueada: se componia de tres ó cuatro matices, con la diferencia que estos fueron del mismo color purpurino, mas ó menos fuertes y alternados.

Se vieron al través de la aurora boreal, aun en los puntos aparentes de su mayor intensidad, brillar las estrellas con todo su esplendor, pero algo encendidas con motivo de la refraccion de la luz boreal. A unos 64° sobre el horizonte se encontraba la luna reflejando los rayos solares, debilitando en parte el resplandor boreal; pero embellecia el espectáculo

de la naturaleza, distribuyendo tintas blancas y algunas nubes tenues, que interpuestas, paseaban sosegadamente por la atmósfera sin ser afectadas por la luz de la aurora.

La temperatura fué de 14° *R.;* el barómetro señaló $32^{p}$—$9^{lin.s}$ españolas. El meteoro se manifestó en su mayor intensidad antes de las $11^{h}$, que fué el momento en que terminó la reunion de las dos columnas. Al cabo de poco tiempo desapareció la ráfaga, empezando de seguida por apagarse gradualmente ambas columnas. La estincion de estas principió á notarse en su parte inferior, ejecutándose con mas rapidez en la de N. N. E., por cuyo motivo desapareció la primera. De la otra quedó una especie de mancha nebulosa violácea, amortiguándose paulatinamente hasta su desvanecimiento completo muy cerca de las $12^{h}$ de la noche. Ostentóse tan sobremanera hermoso el fenómeno descrito, que seguramente no se habia visto en nuestros dias y en nuestro pais otro que disputarle pudiese la preferencia.

Esta aurora boreal fué observada en Sevilla, pero no existe su descripcion; refiriéndose con motivo de la belleza del meteoro, visto desde las orillas del Guadalquivir, las opiniones antiguas y creencias vulgares que en otros tiempos acompañaban á la presentacion de las luces polares.

Tambien fué observada desde muchos puntos del centro y Norte de Europa, habiendo creido hallar MM. Bandesmont y Arago señales de luz polarizada por reflexion durante dicha aurora boreal, lo cual, si se llegase á comprobar en todas las luces bipolares, serviria para establecer si los rayos boreales luminosos emanaban directamente desde los polos ó eran vistos por reflexion.

32.ª Aurora boreal dudosa del 29 de diciembre de 1845. Al amanecer se observó en Valencia un resplandor rojizo en el horizonte, hallándose el meteoro cubierto por la niebla; su duracion fue de unos $30^{m}$, reflejando sus tintas sobre los edificios como si hubiera un incendio próximo. Este meteoro se creyó fuese el final de una aurora boreal. La siguieron frios intensos en diferentes puntos de la Península; vientos fuertes por el mar de las Baleares y muy violentos en Jaca durante la noche del 2 de enero de 1846.

33.ª Aurora boreal del 24 de octubre de 1847, observada en San

Fernando por D. S. Montojo. A las $9^h$ y $30^m$ de la noche se notó una aurora, cuyo centro de luz se veia como al N. N. O., y se estendia disminuyendo progresivamente de intensidad, como 20° ó 25° hácia el Este y Oeste. Al parecer á esta hora estaba en su mayor fuerza, ó cuando menos puede asegurarse que desde dicha hora no aumentó la intensidad de la luz.

A las $9^h$ y $40^m$ que pudo observarse en campo libre, se hallaba en una posicion casi paralela al horizonte, y á unos 15° de altura, ocupando un espacio ó faja como de 5° de luz bastante viva. Desde dicha altura se desvanecia suavemente en direccion del horizonte, quedando reducida en la proximidad á este á medias tintas casi imperceptibles. Hácia el cenit se desvanecia bruscamente, de modo que á 5° de la línea de luz mas fuerte ya nada se veia.

Se fué debilitando la luz en términos, que á las $9^h$ y $50^m$ todo habia desaparecido. Parecia que la luz provenia de unas nubes que guardaban la misma direccion.

El barómetro señaló 30,130 (pulgadas inglesas), y el termómetro esterior 65° 50 Fahr.

Esta aurora fue observada con aspectos muy diferentes desde Alemania, Francia, Inglaterra é Italia. En Leipzig formando sus rayos entrecruzados el fenómeno de la *cúpula boreal.* En París observando Mr. Faye la notable produccion de la cortina de celajes boreales, semejante á la dibujada por los físicos de las diversas espediciones á las regiones polares. El mismo Faye y los observadores de Leipzig señalaron en la aurora del 24 de octubre de 1847 partes de ella teñidas con un colorido verde manzana bien marcado, colorido que se observaba en la aurora boreal de noviembre de 1848, tal como se describe mas adelante entre las últimas vistas en la Península.

Despues de la descripcion hecha por el Sr. Montojo de la aurora boreal de octubre de 1847, queda demostrada la equivocacion padecida por Mr. Demidoff (segun habia sospechado Mr. Cooper) del fenómeno luminoso que aquel observó en la noche del 24 de octubre, estando á bordo de un buque en la bahía de Cádiz, atribuyéndolo á la luz de la luna.

Entre otras esta aurora presenta la particularidad, segun el mayor número de observadores, de no haber tenido su eje en la direccion de la meridiana magnética; y segun el baron Pylacé correspondió aquel entre el Norte y N. E.; por lo demás, durante aquel meteoro se comprobó por Gujon, Colla y otros su accion enérgica sobre la aguja horizontal de variaciones magnéticas diurnas. Este aparato, registrándose asimismo por el proceder fotográfico en el observatorio de Greenwich, presentó notables oscilaciones segun los registros de dicho observatorio.

A las $11^h$ y $50^m$ Mr. Pylacé observó la primera irradiacion boreal; en aquel momento próximamente la barra de declinacion osciló bruscamente y con una estension notable; despues de las irradiaciones, el espacio celeste ocupado por la luz boreal tomó una tinta vivísima, y el aparato de declinacion en Greenwich presentó oscilaciones de menos amplitud; antes de quedar con el movimiento de trepidacion rápida y continuada entre las horas 16 y 19 del dia 24 (tiempo medio de Gottinga), á la hora 22 se presentó ya con su movimiento y posicion regular y ordinaria. La aurora boreal habia finalizado.

54.ª Aurora boreal de 18 de octubre de 1848, observada desde muchos puntos de la Península, inclusas las costas del Mediodía. Fué pequeña, durando desde las $9^h$ hasta las $10^h$ de la noche. En Valladolid se vió en direccion N. N. O. un resplandor rojizo, que debilitándose pronto pasó á tintas blanquecinas, desapareciendo gradualmente en medio de una atmósfera cubierta por *cumuli* densos y opacos.

55.ª Aurora boreal del 17 de noviembre de 1848, observada desde diferentes puntos de la Península, como en la Coruña, Cartagena y por el centro de Castilla. El meteoro principió en Valladolid á las $7^h$ y $30^m$ de la noche, apareciendo con todo su brillo entre las $9^h$ y las $10^h$; perdió gradualmente su intensidad hasta la $1^h$ y $45^m$ de la mañana, en cuyo momento volvió á recobrar tintas encendidas, que se degradaron suavemente para desaparecer poco tiempo antes del crepúsculo del dia 18.

La estension que ocupó horizontalmente la Aurora fué la de un arco de 7° á 80°, fijándose los piés del arco boreal sobre las torres telegráficas del cerro de la Maruquesa y la de la cuesta del Manzano

en la villa de Cabezon. Los dos puntos aparentes del meteoro señalaban la direccion de N. N. O. á N. N. E., presentándose los pies ó estremos del arco boreal de luz blanco-verdosa intensa. La fuerza de la tinta cambiaba, dando lugar á la idea de un movimiento y traslacion de luminosidad entre los estremos de la Aurora, y á la formacion en diferentes ocasiones de las Medusas boreales. Por lo demás, el arco claro de la Aurora apareció rebajado en su centro, correspondiendo con el polo magnético de la tierra, y presentando en aquel luz difusa durante el curso total del meteoro.

Cerca del horizonte, y en direccion de Norte á N. N. E., aparecian nubes en forma de *cirris* negros ó fuertemente oscuros, y cuya altura sobre el horizonte no pasaba de 30$^{m}$ á 1°; encima de aquellas, y sirviendo de base al arco blanco boreal, habia una parte de la atmósfera ó zona iluminada con un color azul rojo vivísimo.

Las irradiaciones principiaron sobre las 9$^{h}$, y se repitieron con frecuencia cada dos ó tres minutos hasta las 10$^{h}$; á veces en forma de bandas, en otras eran lineales; estas desaparecian prontamente, con especialidad si por su orígen partian del centro del meteoro; por el contrario, permanecian visibles mucho tiempo cuando se apoyaban en los estremos del arco boreal, cambiando entonces de intensidad y en momentos diferentes, dando lugar á la formacion de placas boreales antes de desaparecer por completo.

El colorido de las irradiaciones se presentaba rojo de fuego, mucho mas vivo cuando aquellas eran lineales, observándose que algunas se subdividian en dos por su mitad.

La escintilacion de las estrellas fué viva, percibiéndolas al través del arco claro, de la porcion oscura del meteoro y de sus irradiaciones parciales; por lo demás, estas subian hasta el cenit con una altura de 60° á 70° cuando presentaban forma de banda, y como de 50° las irradiaciones lineales. La tinta general de la atmósfera cambió muchas veces entre tintas blancas azuladas y blanco-rojizas, conforme al número variable de bandas existentes en un momento dado y á su colorido propio.

Esta aurora fué precedida en toda la Península de vientos del Norte frios y con grande velocidad, y seguida de intensos hielos y fuertes de-

presiones de temperatura, generales á todo el pais durante el 18 y 19 de noviembre de aquel año.

Por la enumeracion anterior de las Auroras boreales observadas en España, se demuestra la periodicidad secular con la cual fueron vistos aquellos meteoros de una manera semejante á la indicada por los observadores en otros puntos del Norte de Europa y América, apareciendo las Auroras rara vez desde 1700 á 1720, reproduciéndose con frecuencia hasta 1790 para desaparecer casi completamente en el último por un periodo de 30 años, pasados los cuales han vuelto á presentarse diferentes luces boreales en el horizonte de los observadores del antiguo y nuevo Continente.

El máximo numérico de las Auroras boreales durante el siglo XVIII, segun la generalidad de los meteorologistas, correspondió á 1752. Sin embargo, aquel máximo secular en la Península española se halla en los 10 años que mediaron de 1778 á 1788, durante cuya época las tempestades magnéticas en el polo boreal debieron ser frecuentes é intensas, pues sus efectos luminosos se observaron desde los paralelos meridionales de Europa. Resultando la conjetura de que si por su número los resplandores boreales presentaron un máximo en el siglo pasado que correspondió á 1752, por el grado de intensidad en su causa productora tal vez tuvieron un segundo máximo en 1788, época de la mayor frecuencia de las Auroras boreales vistas en España.

La periodicidad anual de las Auroras boreales ó su número relativo, conforme se han observado en España durante el curso de las estaciones, da lugar á la division siguiente:

| | Auroras boreales. |
|---|---|
| Durante el otoño. | 12 |
| En invierno, escluyendo la de 29 de febrero de 1780 para colocarla entre las de primavera. | 7 |
| En la primavera. | 8 |
| En verano, escluyendo la de junio de 1788, que por su direccion y colorido la clasificó Salvá de luz zodiacal. | 6 |

Si estos números espresan la relacion que han guardado las Auroras boreales en la Península durante las estaciones, 100 de aquellas luces polares se hallarian distribuidas en la razon siguiente:

| Distribucion estacional de 100 Auroras segun las observadas directamente en la Península española. | Auroras boreales. | Distribucion estacional de 100 Auroras segun los datos de Mr. Kaemp sobre las Auroras boreales en el Norte de Europa | Auroras boreales. |
|---|---|---|---|
| Otoño | 37 | Otoño | 37 |
| Invierno | 21 | Invierno | 23 |
| Primavera | 24 | Primavera | 29 |
| Verano | 18 | Verano | 11 |

Por medio de esta tabla es fácil demostrar la existencia de periodos durante el año, constituidos por el otoño y primavera, en los cuales las Auroras boreales se repitieron en España casi con la misma frecuencia que en el Norte del antiguo Continente.

Las diferentes fases de las luces polares, segun las descripciones hechas de aquellas en la Península, tambien se presentaron regularizadas con relacion á las horas del dia, ó apareciendo periódicamente. Las tintas rosadas y luminosas débiles en direccion del N. O. algunos momentos despues del crepúsculo, constituyendo la primera faz del meteoro. Entre las $8^h$ y $11^h$ á $12^h$ de la noche, los arcos boreales dardeando las irradiaciones mas ó menos fuertemente teñidas, como segundo periodo de las Auroras boreales. Desde las $11^h$ y $50^m$ de la noche hasta el crepúsculo de la mañana, los resplandores uniformes por gran parte de la atmósfera, con un foco aparente de actividad en direccion del polo magnético de la tierra, constituyeron en España como en otros puntos de la tierra el tercero y último periodo de las luces polares.

Relativamente á los fenómenos meteorológicos que la creencia vulgar ha admitido como precursores, ó consecuencia de las Auroras boreales, no se puede comprobar su enlace por las descripciones recojidas en la presente noticia, pues si alguna de las Auroras fué seguida en la Península de vientos fuertes y hielos intensos, en otras se advirtieron tan

solo atmósferas toldadas con temperaturas suaves; en ocasiones tempestades frecuentes, y en definitiva fenómenos variables, á pesar de la identidad de la causa física productora de las Auroras: no hallando razon fundada para admitirse el enlace supuesto entre la existencia de las luces bipolares de la tierra y los fenómenos meteorológicos en la atmósfera meridional de la Península española.

Tal vez hayan sido observadas otras diferentes Auroras boreales desde algunos puntos de nuestro pais; pero no habiéndose podido hallar noticia de ellas, el que suscribe remite á la Academia la presente nota como espresion de su respeto á tan ilustrada Corporacion.

Valladolid 20 de enero de 1853.

*Manuel Rico y Sinobas.*

# INFORME

DE LA

# REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

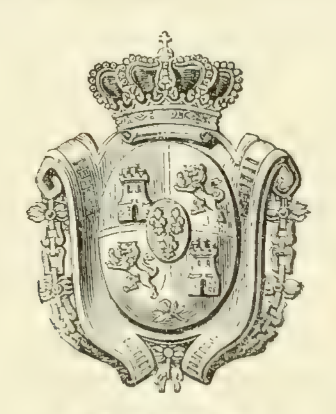
SOBRE

# TELEGRAFÍA ELÉCTRICA

PRESENTADO A LA MISMA

POR UNA COMISION ESPECIAL COMPUESTA DE LOS SEÑORES DON VICENTE SANTIAGO MASARNAU, DON MANUEL RIOZ Y PEDRAJA Y DON PEDRO MIRANDA, REDACTOR,

Y APROBADO EN SESION GENERAL DE 29 DE DICIEMBRE DE 1854.



**MADRID:**

POR AGUADO, IMPRESOR DE CÁMARA DE S. M. Y DE SU REAL CASA.

---

**1856.**

*Publicado por acuerdo de la Academia.*

El Secretario perpétuo,

*M. Lorente.*

# REALES ÓRDENES RELATIVAS Á ESTE INFORME.

Ministerio de Fomento.=*Obras públicas.*=Excmo. Sr.= El sistema de telégrafos eléctricos estiende sus hilos por todo el continente europeo, con notable ventaja de los pueblos. Como medio de promover el adelantamiento moral y material del género humano, sus ventajas son incalculables: en el dia, apenas se vislumbran, cuando ya se descubre un estenso horizonte. Como medio de gobierno, tambien son grandes las ventajas de este sistema de comunicacion instantánea. Ya llega á la frontera de Francia nuestra primera línea eléctrica, poniéndonos en comunicacion con la gran familia europea: y deseando el Gobierno de S. M. la Reina (q. D. g.) hacer estensivas las ventajas inherentes á la telegrafía eléctrica á todas las provincias del Reino, le conviene saber cuál de entre los sistemas conocidos, ya sea de telégrafos aéreos ó subterráneos, presenta mayores ventajas, tanto para la seguridad de las comunicaciones, como bajo el punto de vista de su economía y mas fácil manipulacion. Con este fin, y de orden de S. M., me dirijo á V. E., á fin de que por esa corporacion científica se manifieste cuanto crea conveniente acerca del particular, estendiéndose á todo aquello que juzgue oportuno deberse tener presente al plantear las nuevas líneas. Dios guarde á V. E. muchos años. Madrid 30 de octubre de 1854.=*Luxán.*=Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Ciencias.

Ministerio de Fomento.=*Obras públicas.*=Excmo. Sr.=Enterada la Reina (q. D. g.) de la comunicacion de V. E. de 20 de marzo último, ha tenido á bien autorizar á esa Real Academia para publicar el informe que ha estendido en virtud de Real órden de 30 de octubre próximo pasado sobre «la preferencia de uno de los dos sistemas conocidos de telegrafía eléctrica, aéreo ó subterráneo,» y disponer que por este Ministerio sea ayudada tan

importante publicacion, suscribiéndose desde luego á doscientos ejemplares de la misma. Pero S. M. desea que para la mejor inteligencia de esta Memoria y asegurar el éxito apetecido, se acompañen en su edicion algunas figuras ó dibujos, que presentados con la mayor claridad ayuden á formar idea de los elementos y aparatos que en ella se consideran. De Real órden lo digo á V. E. para su conocimiento y efectos consiguientes. Dios guarde á V. E. muchos años. Madrid 7 de abril de 1855.=*Francisco de Luxan.*= Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Ciencias.

## Excmo. Señor:

La Academia se ha enterado de la Real órden que con fecha 30 de octubre último ha tenido á bien V. E. comunicarla, para que informe *sobre cuál de los dos sistemas conocidos de telégrafos eléctricos, aéreos ó subterráneos, presenta mayores ventajas, tanto para la seguridad de las comunicaciones como bajo el punto de vista de la economía y mas fácil manipulacion, manifestando cuanto crea conveniente, y estendiéndose á todo aquello que juzgue oportuno deba tenerse presente al plantear las nuevas líneas.*

La Academia, deseando llenar cumplidamente los deseos de S. M., y atendiendo á las inmensas ventajas que proporciona la telegrafía eléctrica, una de las mas portentosas y fecundas aplicaciones de las ciencias á las necesidades públicas y privadas en los tiempos modernos, ha creido que podria prestar un útil servicio describiendo el estado actual de este nuevo y casi instantáneo medio de trasmitir el pensamiento, sin perjuicio de examinar mas especialmente la principal cuestion sometida á su exámen; y hanla alentado á realizar tal propósito varias é importantes consideraciones. Rezagada España, por causas que no es este el lugar de analizar, en el universal movimiento de progreso material, si bien ansiosa de seguirle porque columbra en lontananza los grandes beneficios que puede un dia conseguir, debe, llegado el momento de plantear los modernos adelantos, aprovecharse prudentemente de las lecciones de la esperiencia, y compensar hasta cierto punto el tiempo perdido,

utilizando con tino, y sin perplejos, costosos é inciertos ensayos, lo que en otras partes, despues de mil afanes y repetidos esperimentos sancionados por el tiempo, se considera mas cercano á la perfeccion. Así de una vez y por un solo esfuerzo, aunque tardío, podrá colocarse en lo que intente á la altura de otras naciones mas adelantadas, si acierta, entre el clamoreo de opuestos intereses y la controversia de discordes opiniones, á encontrar la verdad y descubrir lo mejor; problema harto dificil de resolver las mas veces, aun procediendo con cautela, y no cediendo al fugaz entusiasmo escitado por sorprendentes invenciones que, preconizadas al principio en la region de la teoría, fallan y se desacreditan en el terreno de la práctica. Por esto, y porque el telégrafo eléctrico, además de poder prestar utilísimos servicios al Gobierno y al público, es el indispensable auxiliar de los ferro-carriles de una sola via, como habrán de ser por razon de economía los que se construyan en España, ha juzgado la Academia que no sería estéril su tarea abarcando en reducido cuadro los hechos principales y los pormenores mas importantes relativos á la telegrafía eléctrica, aun sin entrar en minuciosas esplicaciones sobre los aparatos mas en uso, que habrian exijido muchas láminas para ser comprendidas; trabajo que, en obsequio á la brevedad, ha sido necesario omitir, pero que la Academia desempeñará gustosa si V. E. lo juzgare conveniente (1).

Desde fines del último siglo se intentó aplicar la electricidad estática á la telegrafía, y ya en 1753 parece se trató de realizar tal pensamiento en Escocia, si bien no se verificó ningun esperimento.

El físico *Lesage* fué el primero que prácticamente lo ensayó, construyendo en Ginebra en 1774 un aparato, que constaba de 24 alambres, cada uno de los cuales iba á parar á un electrómetro particular, formado de una bolita de sauco suspendida á un hilo.

En 1787 ideó *Lomond* en París un mecanismo para hacer señales á favor de la atraccion y repulsion de los cuerpos electrizados.

---

(1) En virtud de lo dispuesto en la Real orden de 17 de abril de 1855, se han añadido las láminas necesarias para la mejor inteligencia de los aparatos que están mas en uso, espresando todos sus detalles con escrupulosa exactitud.

En 1794 *Reiser* en Alemania propuso iluminar las letras del alfabeto por medio de descargas eléctricas, á cuyo fin formaba aquellas, recortándolas en láminas de estaño colocadas sobre vidrio. La chispa se trasmitia por 24 conductores encerrados en tubos de vidrio.

*Betancourt* en 1787 ensayó desde Madrid á Aranjuez la aplicacion de la electricidad acumulada en la botella de Leyde, á producir señales telegráficas á larga distancia.

El doctor en medicina *D. Francisco Salvá*, muy conocido, así por su saber como por la perseverancia con que procuró introducir en España la vacuna, presentó á la Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, en 5 de diciembre de 1795, un telégrafo eléctrico que habia imaginado; y en el año 1800 leyó una memoria á la misma Corporacion sobre la posibilidad de aplicar el descubrimiento de *Galvani* á la telegrafía, despues de haber hecho muchos esperimentos para probar que las piernas de las ranas se convelian á largas distancias por medio de hilos metálicos cuyos estremos tocaban respectivamente al muslo y al nervio crural. Pero sin embargo, todas estas tentativas, y algunas otras mas ó menos ingeniosas, dieron escaso resultado; y así habia de acontecer empleando la electricidad estática, que solo se desenvuelve en la superficie de los cuerpos, y tiende constantemente á desprenderse de ella. Despues de 30 años de repetidos y variados ensayos hubo de renunciarse al intento de aplicarla á la telegrafía; y tal desengaño fué causa de que se diese á las ulteriores investigaciones distinto rumbo, debiéndose á esto el descubrimiento del telégrafo aéreo de aspas inventado por *Claudio Chappe*, que todavía está en uso en Francia y en otras partes, en las líneas donde no ha sido sustituido por el telégrafo eléctrico.

En el año 1800 descubrió *Volta*, profesor de física de Pavía, el famoso aparato que lleva su nombre, con el cual se produce una corriente contínua de electricidad sin tension. Ya con esto solo podia conseguirse lo que antes se habia intentado en vano, es decir, hacer llegar esta corriente sin pérdida notable á un punto muy distante de su origen; y *Soemmering* imaginó un telégrafo en 1811 que designaba las letras del alfabeto, produciendo con la electricidad dinámica la descomposicion del agua, si bien empleando 35 hilos metálicos. Pero faltaba todavía encon-

trar el modo de conseguir que á tal distancia la accion de la corriente eléctrica pudiese desenvolver una accion mecánica ó física de intensidad suficiente, capaz de producir los movimientos necesarios para hacer señales. Veinte años despues el físico *Œrsted* descubrió la propiedad singularísima que tienen las corrientes eléctricas producidas por la pila de *Volta* de desviar una aguja imantada de su posicion natural, y ya entonces fué posible, aprovechando á la vez uno y otro descubrimiento, establecer un sistema de señales á muy largas distancias. Así lo comprendió el célebre *Ampere* á poco de conocido el descubrimiento de *Œrsted*, y aun á escitacion del sábio é ilustre autor de la mecánica celeste, indicó el modo de realizarlo, si bien con la estraordinaria complicacion de haber un hilo y una aguja para cada letra. *Ritchie* y *Alexander* intentaron poner en práctica esta nueva aplicacion de los brillantes descubrimientos de *Volta* y del físico de Copenhague; pero sus aparatos adolecian del mismo vicio capital que el propuesto por *Ampere*, exijiendo como este un gran número de hilos para la trasmision de las señales. Poco despues descubrió *Arago* en 1823 otra propiedad no menos importante y curiosa de las corrientes eléctricas, cual es la de comunicar al hierro puro, á cuyo alrededor circulan, las propiedades del imán; fenómeno que, verificándose instantáneamente cuando la corriente pasa, y cesando de igual manera cuando esta se interrumpe, produce y destruye alternativamente con pasmosa rapidez todas las propiedades que el hierro adquiere por la imantacion. Resulta de esto que el hierro sometido á la influencia de una corriente eléctrica puede ejercer durante un período de tiempo tan corto como se quiera, una accion atractiva de cierta intensidad, que es susceptible de anularse en un instante dado para reproducirse despues con igual intensidad y cesar en seguida, repitiéndose esta alternativa tantas veces cuantas se establezca é interrumpa la corriente eléctrica.

Finalmente, en 1831 descubrió *Faraday* que una corriente eléctrica ó un imán producen en un circuito cerrado, por su intermitente y repetida influencia, otras corrientes que se denominan de *induccion*, y así ha venido á ensancharse el horizonte de la telegrafía eléctrica, que sin duda no ha llegado todavía á su último grado de perfeccion.

Tales son los hechos capitales en que se funda la construccion de los aparatos ahora en uso para producir señales telegráficas por medio de corrientes eléctricas directas ó inducidas, ora de un modo fugaz, perceptible tan solo á la vista y que no deja huella alguna, ora marcándolas de una manera permanente.

Hecha esta ligera reseña de los fundamentos de la telegrafía eléctrica, vamos á considerar separada y metódicamente las diferentes partes que la constituyen, entrando ya en el terreno de la aplicacion, y reasumiendo en breves palabras el estado que hoy dia tiene esta importantísima aplicacion de la física moderna. Para esto trataremos sucesivamente:

1.° De la produccion de las corrientes eléctricas, y de los medios de medir y regularizar su intensidad.

2.° De la formacion de los circuitos de estas corrientes para trasmitirlas á largas distancias.

3.° De los diferentes aparatos para aplicarlas á la produccion de señales telegráficas.

## *De la produccion de las corrientes eléctricas, y de los medios de medir y regularizar su intensidad.*

La pila de *Volta*, cuyo descubrimiento forma época en los anales de la física, no puede servir, á causa de sus grandes inconvenientes, para las necesidades de la práctica telegráfica, y ha sido necesario adoptar, si bien partiendo del mismo principio, disposiciones diversas para conseguir el resultado que se anhelaba. Por un justo respeto á la memoria del célebre físico de Pavía, todos los aparatos que despues se han inventado para producir la electricidad sin tension, han conservado el mismo nombre que aquel dió al suyo muy oportunamente; y aunque son muchas y muy variadas las diferentes *pilas* que se han imaginado, en la práctica de la telegrafía úsase mas generalmente la de *Daniell*, ya como este químico la inventó, ó perfeccionada por *Breguet*, y las de *Bunsen* y *Cooke*.

Cada uno de los *elementos* ó *pares* de la pila de *Daniell* se compone de un vaso de vidrio que contiene una disolucion de sulfato de cobre, en la cual se sumerje un cilindro de este mismo metal agujereado y abierto por uno y otro estremo, que tiene al rededor de su parte superior un recipiente circular, en el que se colocan cristales de sulfato de cobre que van sucesivamente disolviéndose á medida que el aparato funciona, á cuyo fin el fondo de dicho recipiente está agujereado, y entra en el líquido que contiene el vaso de vidrio.

Dentro del cilindro de cobre se coloca una vasija de tierra porosa, que se llena de una disolucion de sal comun, la cual baña por dentro y fuera otro cilindro, abierto por los dos estremos, de zinc amalgamado, esto es, cubierto de una capa de mercurio. En la parte superior del cilindro de cobre y en la del de zinc, fíjanse dos laminitas ó cintas de cobre que se llaman *conductores* ó *reóforos;* y los puntos en que se unen á los respectivos cilindros constituyen los *polos* de la pila, siendo el *positivo* el que corresponde al cilindro de cobre, y el *negativo* el del cilindro de zinc. Puestos en contacto los dos conductores, la descomposicion química que en el aparato se produce origina una corriente contínua de electricidad, que cesa cuando los conductores dejan de estar en contacto.

La pila de *Breguet* que generalmente se usa en Francia, es una modificacion, ó mas bien inversion de la de *Daniell.* El cilindro de zinc ocupa en aquella el lugar que el de cobre tiene en la última; y en vez de este cilindro, el vaso poroso lleva en su parte interior un diafragma de cobre con agujeros, sobre el cual se colocan los cristales de sulfato del mismo metal. Llénanse de agua el vaso de vidrio y el poroso, y cuando la de éste toma el color azulado por efecto de disolverse el sulfato de cobre colocado en el diafragma, la pila está ya en estado de producir la corriente eléctrica, poniendo en contacto los conductores (*lámina* 1, *figs.* 1 *y* 2).

De otros varios modos se ha modificado la primitiva pila de *Daniell;* pero sería, tras de prolijo, inútil enumerarlos en este lugar, por no ser general su aplicacion.

El elemento ó par de *Bunsen* tiene en su disposicion bastante ana-

logía con el de *Breguet*. Consta de un vaso de pedernal ó vidrio que contiene una disolucion de ácido sulfúrico, en la cual se introduce un cilindro de zinc amalgamado, abierto por sus estremos y además hendido en toda su longitud, que viene á ser una plancha arrollada circularmente, pero sin que se toquen los cantos. Dentro de este cilindro se pone un vaso poroso de tierra de pipa poco cocida, que contiene ácido nítrico comun, y en este líquido se introduce un cilindro macizo de un carbon particular que se prepara calcinando una mezcla de ulla grasa y cok.

Los conductores se fijan al cilindro de carbon y al de zinc: el polo positivo corresponde al primero, y el negativo al segundo. Tiene esta pila, á trueque de exhalar emanaciones desagradables é insalubres, la cualidad de ser la mas enérgica de las que producen una corriente contínua, y por esta razon solo suele usarse cuando tal circunstancia es indispensable, como acontece, por ejemplo, en la estacion central telegráfica de París.

En Inglaterra se usan pilas llamadas de arena ó de *Cooke*, porque sus elementos se componen de planchas de zinc y de cobre que se introducen en esta materia, y la corriente eléctrica se escita por medio del ácido sulfúrico mezclado con agua en la razon de 1 á 15. Pero estas pilas, aunque muy cómodas, producen una corriente variable, y no pueden servir por tal razon para poner en movimiento los aparatos en que la electricidad tiene que vencer la resistencia de un resorte ó de otra corriente contraria. Aplícanse solo á los aparatos de dos agujas de *Wheatstone*, y aun en este caso se advierte cuando se trasmite una estensa comunicacion, que la corriente va sucesivamente debilitándose.

Una pila se compone de varios elementos ó pares en relacion unos con otros, de tal manera que el polo positivo del primero comunique por una cinta ó tira de cobre con el polo negativo del segundo, y asi sucesivamente; y los conductores de la pila nacen de los polos opuestos de los dos últimos elementos. La intensidad de la corriente depende de la energía de los elementos y del número de estos, debiendo proporcionarse en cada caso al efecto que se desea obtener, ora por analogía atenién-

dose á la esperiencia, ora por el cálculo apreciando individualmente y totalizando todas las resistencias; y como en la telegrafía eléctrica acontece por causa de circunstancias meteorológicas, que para alcanzar el efecto que se requiere es necesario á veces aumentar ó disminuir la intensidad de la corriente, es tambien indispensable poder medir esta intensidad, y variarla fácil y seguramente segun convenga, lo cual se consigue por medio de aparatos construidos especialmente para este fin.

Llámase *galvanómetro* ó *galvanoscopio*, *reómetro* ó *reoscopio* el destinado á medir la intensidad de la corriente eléctrica; y tal como en la telegrafía se usa, es una modificacion del que con el primer nombre ó el de multiplicador se debe al físico aleman *Schweiger*. Fúndase en la propiedad que tiene una corriente voltáica que circula en torno de una aguja imantada, de hacer que esta se desvie de su posicion inicial; y como quiera que la corriente trasmitida por un solo hilo ó alambre sería de escasísimo efecto, se acumula el de varias corrientes, haciendo que el hilo aislado dé muchas vueltas al rededor de la aguja, la cual, obedeciendo entonces á la accion simultánea de todas las corrientes, cuando los estremos del hilo se ponen en comunicacion con los conductores de la pila, se aparta visiblemente de su posicion inicial hácia uno y otro lado, y por medio de otra aguja fijada perpendicularmente á ella, se pueden leer en un arco dividido los grados de la desviacion. Este aparato, que tambien suele llamarse *brújula*, es parte esencial de toda estacion telegráfica, y se halla colocado las mas veces bajo una campana ó fanal de vidrio á la vista de los empleados, los cuales, con solo dirijir la corriente de la pila al multiplicador, pueden cerciorarse de la intensidad que aquella tiene en cualquier momento. (*Lám. I, figs.* 3 *y* 4.)

Para modificar segun convenga la intensidad de la corriente eléctrica á fin de que los aparatos funcionen convenientemente, toda vez que no es dado prescindir ni de la distancia ni del estado de la atmósfera, úsase de otro aparato que se llama *regulador*, el cual, reducido á su mas sencilla construccion, se compone de un disco de madera en el que hay varias planchitas de metal, y cada una de ellas tiene un boton que sirve para sujetar en él un hilo conductor. Hay en el centro del disco, mon-

tada sobre un eje métalico, una palanca de resorte con mango de madera, la cual, girando circularmente á favor de este, puede apoyar su estremo metálico en una ú otra de las espresadas planchitas; y como del eje central sale una tira ó cinta metálica que está en comunicacion con el hilo que va al manipulador, es evidente que puede establecerse la corriente desde cualquiera de aquellas planchitas á la cinta metálica y al manipulador. Basta, pues, que cada una de ellas esté en comunicacion con el polo positivo de un elemento dado de la pila por medio de su especial conductor, para que la corriente sea la que corresponda á la parte de la pila que se ponga en accion, quedando la otra parte inactiva. De esta manera pudiera variarse como se quisiera la intensidad de la corriente dentro de los límites de energía de los primeros y últimos elementos, pero en la práctica suele disponerse generalmente el aparato de tal modo, que la intensidad de la corriente sea la tercera parte, la mitad ó las dos terceras partes de la total que corresponde á la accion de la pila entera. (*Lámina I, figs.* 5 *y* 6.)

Las corrientes eléctricas pueden tambien producirse por via de induccion, ora por medio de imanes, ora por una corriente mas débil procedente de una pila. *Pixii* el primero ejecutó en Francia una máquina magneto-eléctrica, en la cual un fuerte iman en forma de herradura gira delante de otra de hierro dulce, cuyos brazos están circundados por un hilo metálico aislado que da muchas vueltas. *Clark* en Inglaterra, invirtiendo este orden, contruyó otra máquina en la cual la herradura de hierro dulce es la que se mueve delante del iman; y aunque el principio sea el mismo, el hecho es que el nombre de este último físico ha oscurecido el del célebre constructor francés. A favor de tal combinacion y de otras análogas, las corrientes eléctricas se producen sin la accion de la pila, y esta podrá por tanto suprimirse, como ya lo han realizado *Steinheil* y *Stoeher* en Alemania, y lo intenta ahora *Lippens* en Bélgica, cuando las máquinas magneto-eléctricas reunan todas las condiciones necesarias para su uso habitual, sin inconvenientes, en la telegrafía. Un solo elemento de *Bunsen* puede tambien producir por induccion una corriente muy enérgica; y por medio de un sencillo y bien entendido aparato construido por *Ruhmkorff*, ha conseguido el *Sr. D. Gregorio Verdú*

obtener la corriente inducida, y aplicarla el primero á dar fuego á largas distancias á las minas militares, procedimiento que con igual éxito podrá utilizarse para producir grandes derrumbamientos ó voladuras que á veces se requieren en la ejecucion de las obras públicas.

## *De la formacion de los circuitos de las corrientes eléctricas.*

---

Segun lo que anteriormente se ha manifestado, para que se produzca una corriente contínua de electricidad es necesario que los conductores ó reóforos procedentes de los polos opuestos de la pila lleguen á estar en contacto: queda entonces formado lo que se llama *circuito,* y la corriente circula por él en tanto no se interrumpe separando los reóforos (1).

Un hilo metálico de conveniente diámetro, fuera de todo contacto con materias conductoras de electricidad, que partiendo del polo positivo de una pila establecida en una estacion dada pase por otra estacion con la cual haya aquella de comunicarse, y vuelva al polo negativo de la pila, llenará pues la condicion espresada y formará el circuito completo; pero no es absolutamente necesario que el hilo retroceda de una estacion á otra, si poniendo el polo negativo de la pila en comunicacion con

---

(1) Usamos la palabra *corriente* siguiendo la terminologia admitida, y no porque tal corriente exista á la manera de la de un fluido ponderable en movimiento. La velocidad de la electricidad, ó sea la longitud de un alambre dado, en el cual los efectos eléctricos producidos en un estremo tardan un tiempo tambien dado en aparecer en el otro, no se ha determinado exactamente aún, y los resultados de los esperimentos hechos difieren notablemente unos de otros.

Segun Weatstone, en el alambre de cobre dicha velocidad es de 460.000 kilómetros por segundo; pero Fizeau y Gonnelle deducen de sus esperimentos que es solo de 181.000 kilómetros en igual tiempo, y de 100.000 en el alambre de hierro; al paso que en este último, segun el profesor Mitchell, es de 46.000; y solo de 26.000, segun Walker; pero tal discordancia importa poco toda vez que los efectos eléctricos, aun admitiendo la mínima valoracion, pueden trasmitirse en una corta fraccion de segundo á inmensas distancias.

la tierra por medio de un hilo, se hace otro tanto con el estremo del hilo en la otra estacion. Aprovéchase asi la conductibilidad de la tierra; y la corriente que apenas encuentra resistencia al circular en lo interior de nuestro planeta, busca por sí misma el camino mas corto hácia el polo negativo de la pila, ó por lo menos los fenómenos se producen como si así aconteciera: de lo cual resulta que con un solo hilo que viene á formar la mitad del circuito, pueden funcionar los aparatos de las dos estaciones que se han tomado como ejemplo, economizándose la otra mitad: pero evidente es que si antes ó despues de una de ellas, ó de las dos, hubiese otras estaciones con las cuales se quisiera estar en comunicacion al mismo tiempo, serian necesarios mas hilos segun las necesidades del servicio. El número, pues, de hilos depende de circunstancias especiales que en cada línea ó parte de la línea hay que considerar para fijarlo del modo conveniente.

Los cuerpos aneléctricos son conductores de la electricidad, y entre ellos los metálicos llevan señalada ventaja á los demás; mas no todos los que á tal clase pertenecen gozan de igual conductibilidad en circunstancias análogas, porque ofrecen mas ó menos resistencia á la trasmision de la corriente. La intensidad de esta varía en razon directa de la seccion del cuerpo conductor, y en razon inversa de su longitud, cuando se consideran ó comparan dos conductores del mismo metal, de secciones y longitudes distintas; pero una vez establecida la corriente con sujecion á esta ley general descubierta por *Ohm* y *Pouillet*, su intensidad sería la misma en toda la longitud del conductor, si este pudiese aislarse completamente, lo cual no acontece con los hilos de los telégrafos eléctricos, pues se pierde una parte de la corriente, ora por el contacto del aire, ora á causa de los imperfectos aisladores que se emplean. Sábese, por ejemplo, que en tiempo seco, cuando á la vez el aire es menos conductor, y la pérdida de los aisladores se reduce al *mínimum*, la corriente eléctrica á la distancia de 75 kilómetros pierde solo 12 por 100 de su intensidad en el origen, al paso que estando el tiempo húmedo la pérdida llega á 42 por 100, y aun alcanza al 59 por 100 cuando sobreviene una lluvia fuerte durante algun tiempo.

La conductibilidad de los cuerpos con relacion á la electricidad, está

en razon inversa de la resistencia que por su naturaleza oponen al paso de la corriente eléctrica; y designando por la unidad la del mercurio,

| | |
|---|---|
| La del hierro es. . . . . . . . . | 6,5 |
| La del cobre puro. . . . . . . | 38,38 |
| La del id. recocido. . . . . . | 38,42 |
| Y la del laton varia de. . . . | 2 á 9. |

De modo que tomando por unidad la conductibilidad del hierro,

| | |
|---|---|
| La del cobre puro es. . . . . | 5,905 |
| La del id. recocido. . . . . . | 5,915 |
| Y la del laton varia de. . . | 0,308 á 1,385. |

Las sustancias estrañas alteran notablemente la conductibilidad, y tambien la modifican en las aleaciones las dosis de los metales componentes.

La temperatura, que apenas influye en la conductibilidad de ciertos cuerpos, ejerce en otros como el hierro, por ejemplo, una eficacísima accion, y desde *cero* á *cien* grados, la conductibilidad de este metal llega á decrecer en la relacion de 3 á 1, circunstancia que debe tenerse presente en España, donde la diferencia entre la mínima y la máxima temperatura al sol, suele á veces llegar á 60 grados de termómetro centígrado.

Los hilos metálicos para la trasmision de las corrientes eléctricas con aplicacion á la telegrafía, pueden colocarse en el aire, debajo de tierra, ó sumerjidos en el agua; y como en cada caso las circunstancias de la situacion y aislamiento son distintas, necesario es examinar cada uno en particular, y al efecto clasificaremos los conductores en *aéreos*, *subterráneos*, y *submarinos* ó *subácueos*.

## *De los conductores aéreos.*

En el dia úsase generalmente para formar los conductores telegráficos sostenidos en el aire, el alambre de hierro en vez del de cobre ó laton; y tal preferencia se funda en las propiedades físicas de estos materiales y en su valor comercial. El alambre de hierro que comunmente se emplea es del número 8 del calibre inglés, que corresponde á 4 milímetros de diámetro, cuyo peso por cada metro lineal es de 100 á 105 gramos; y como la conductibilidad del cobre es 5,9 respecto de la del hierro, evidente es que un alambre de aquel metal de 1,65 milímetros basta para el paso de una corriente eléctrica de igual intensidad que la que circule por un alambre de hierro de 4 milímetros. El metro lineal de alambre de cobre de 1,65 milímetros de diámetro pesa 22,6 gramos; y como su precio al peso es próximamente igual á cinco veces el del alambre de hierro, viene á resultar que para dar paso á una corriente de igual intensidad entre dos puntos dados, el costo del alambre de cobre será 1,1 si el del alambre de hierro se representa por 1. Es pues mas ventajoso económicamente emplear este último; y aun cuando teniendo en cuenta que las variaciones de temperatura influyen mucho mas en él que en el de cobre, ó haciendo valer la circunstancia de que tambien el alambre de este metal tiene mayor ductibilidad, se quisiese prescindir de la diferencia de coste, hay una poderosísima razon para no emplearlo como conductor aéreo.

En efecto, el alambre de cobre recocido, y sin tal circunstancia no pudiera manejarse facilmente, ni las ataduras ó uniones se harian bien, se rompe al esfuerzo de traccion de 30 kilógramos por milímetro cuadrado de seccion, al paso que la resistencia correspondiente á igual seccion de alambre de hierro, tambien recocido, es por término medio de 60 kilógramos. Por consiguiente, la resistencia máxima del alambre de cobre de 1,65 milímetros de diámetro será de 64,11 kilógramos, cuando la del alambre de hierro de 4 milímetros de diámetro es de 754 kilógramos; y como por un cálculo sencillo puede demostrarse que, en el supuesto de es-

tar los puntos de suspension á la distancia de 50 metros unos de otros, y siendo la flecha de 0m,3, la tension equivale á 1040 veces el peso de cada metro lineal de alambre, dedúcese que la tension que habrá de sufrir el de cobre de 1mm,65 de diámetro será de 22,6×1040=23,5 kilógramos, y la que deba soportar el de hierro de 4 milímetros de diámetro, 102,5×1040 =106,6 kilógramos.

Resulta, pues, lo siguiente:

| | Resistencia límite. | Tension permanente. | Relacion de la tension á la resistencia. |
|---|---|---|---|
| *Alambre de cobre de 1mm,65 de diámetro.* | 64,11 | 23,5 | 0,367 |
| *Idem de hierro de 4 milímetros de id.* . | 754 kilog. | 106,6 | 0,141 |

Lo cual demuestra que el alambre de cobre habria de soportar como tension permanente mas de la tercera parte de la que ocasiona la ruptura, al paso que el de hierro solo tendrá que sufrir menos de la séptima parte de la que en él produce igual efecto; y esto esplica por qué, á no aumentar mucho los puntos de suspension acortando la distancia de unos á otros, el alambre de cobre en las circunstancias ordinarias se estira paulatinamente, obligando á frecuentes maniobras para templarlo, y acaba al fin por romperse. La esperiencia de las líneas telegráficas ha demostrado, que la tension permanente no debe esceder de la sesta parte de la resistencia límite, y aun mediando esta circunstancia, mas de una vez han ocurrido roturas; lo cual se comprende bien si se considera que ademas de la carga permanente, las vibraciones, los cambios de temperatura, y tal vez la accion de la corriente eléctrica, han de alterar notablemente la resistencia. El alambre de cobre no puede llenar la condicion indicada, á no adoptarse ciertas disposiciones que aumentarian el gasto; por lo cual, aunque en otros conceptos lleva ventajas al de hierro, no es conveniente emplearlo para formar los conductores aéreos: y otro

tanto y por idénticas razones acontece con el alambre de laton. Asi se ha reconocido generalmente; y salvas algunas escepciones, empléase ya en todas partes al aire libre el alambre de hierro. En Francia, en Inglaterra y en Bélgica se usa el de 4 milímetros de diámetro, que tiene suficiente resistencia y da paso bastante á la corriente eléctrica; pero en Prusia se han empleado últimamente hilos de 5 milímetros de diámetro, tal vez con el propósito de dar mas facilidad á la circulacion de la electricidad en las largas distancias que allí recorre.

El alambre de hierro que se usa en la telegrafía eléctrica se galvaniza (1) cubriéndole con una capa de zinc, á cuyo fin se sumerje en un baño de este metal fundido. Consíguese asi preservarlo por largo tiempo, porque la capa de zinc se oxida y forma una costra impenetrable, si no hay en ella soluciones de continuidad. Por esto es necesario sumo cuidado al reconocer los alambres antes de colocarlos en su lugar.

Unense los hilos unos á otros de mas de una manera, pero para conseguir un perfecto contacto es lo mejor enlazar por torsion sus estremos en una lonjitud de 15 centímetros, y soldarlos con estaño. Esta operacion requiere que el alambre esté convenientemente recocido, y debe exijirse por tanto que puedan con él hacerse en frio dichas ligaduras sin que haya rotura ni se formen grietas; siendo además necesario que sin caldearlo se enrosque al rededor de un pasador de 7 ú 8 milímetros de diámetro, enderezándose despues sin romperse ni agrietarse; y aconteciendo no raras veces que los estremos ó cabos de los rollos del alambre tienen menos tenacidad en cierta estension que lo demas, aconseja la prudencia hacer con ellos los ensayos indicados.

Segun resulta de los cálculos que preceden, los alambres de cobre y laton son poco á propósito para las líneas telegráficas, aun prescindiendo de su mayor costo, en razon á que los esfuerzos de tension que los solicitan pasan del límite conveniente con relacion á la resistencia absoluta, y producen, alterando la elasticidad, un estiramiento sucesivo que á su vez disminuye la seccion y ocasiona por último la rotura. No sucede lo mismo al alambre de hierro, pues en el caso general tomado como

(1) En las líneas de los Estados-Unidos se ha omitido las mas veces esta operacion.

ejemplo, solo tiene que sufrir una tension que no llega á la séptima parte de su resistencia absoluta, lo cual hace ver que es posible situar los puntos de suspension á mayor distancia que la de 50 metros; y asi es que no solo en muchas líneas se ha adoptado la de 75, sino que en casos dados escepcionales pudiera llegarse hasta el límite que solo en tales circunstancias consiente la prudencia, es decir, hasta que la tension sea algo inferior á la tercera parte de la resistencia absoluta. El cálculo demuestra, que en estos casos podrian separarse los puntos de suspension hasta la distancia de 1000 metros; y efectivamente, en París y en otras partes hay hilos que atraviesan grandes intérvalos. En la línea telegráfica de Arquata á Génova al pie de los Alpes, vense los puntos de apoyo en los contrafuertes de aquella cordillera á distancia muy considerable unos de otros, y á veces mayores que la indicada de 1000 metros, por cuyo medio los hilos salvan las cuencas intermedias, y asi se han disminuido notablemente los gastos de construccion.

Para establecer los conductores aéreos, colócanse postes ó pies derechos generalmente á las distancias indicadas unos de otros; y en su parte superior, ya en el estremo mismo ó en el costado, ya en palomillas ó brazos salientes, se fijan unas piezas de materias no conductoras de la electricidad y de forma adecuada, que se llaman *aisladores*, las cuales sustentan los alambres evitando la pérdida de la corriente. Y como sea necesario poder templar ó aflojar los mismos alambres al tiempo de la colocacion para darles la flecha que deban tener, y despues cuando convenga por la variacion de las estaciones ó por otras causas, colócanse intercalados, y en los postes correspondientes, unos mecanismos que sirven para este fin, y que se llaman *tensores*, aunque mas bien podria cuadrarles el nombre de *reguladores* ó *compensadores*. Todo cuanto concierne á la colocacion de los alambres es de sumo interés en la telegrafía, porque de ella depende en gran parte el que la corriente eléctrica conserve la intensidad necesaria; y por esto trataremos especial y separadamente de los *postes*, de los *aisladores* y de los *tensores*.

*Postes.* Empléase esclusivamente la madera para su construccion, á no ser en casos escepcionales, como en las travesías de los pueblos y en las comunicaciones interiores de estos, pues entonces es necesario adop-

tar ciertas disposiciones particulares, combinando la madera y el hierro. Los postes, cuando no median estas circunstancias, son pies derechos, en general de pino, que se colocan verticalmente fijándolos en el terreno y dándoles la altura conveniente, que varía segun se coloquen en líneas de ferro-carriles, donde está prohibido el tránsito público y hay una suma vigilancia, ó en carreteras ó parages donde por el contrario esté aquel permitido, y la vigilancia no puede ser tan eficaz por ser menor el número de agentes encargados de ella. En los ferro-carriles varía la lonjitud total de los postes de 5,5 á 9 metros en general, porque no todos deben ser iguales, y en las carreteras conviene tengan de 6,7 á 9 metros. Estos últimos se entierran 2 metros, y los de 6m,7 y de menor lonjitud 1½ metros, recibiéndolos algunas veces con hormigon. Generalmente, y por razon de economía, se usan rollizos descortezados, limpios de albura, y solo se emplean maderas labradas á falta de ellos. La seccion en uno y otro caso ha de estar en relacion con la altura libre, para que ofrezcan la suficiente resistencia á los esfuerzos que los soliciten.

En las últimas líneas establecidas en Bélgica en los ferro-carriles, se han tenido presentes, asi los resultados de la práctica como las indicaciones de la teoría; y los postes se han dividido en siete categorías ó clases designadas por números correlativos, á saber:

| *Números.* | *Longitud.* | DIAMETRO. | |
|---|---|---|---|
| | | *En la cogolla.* | *En el raigal.* |
| 1 | 5m,50 | 0m,08 | 0m,125 |
| 2 | 6,50 | 0,08 | 0,13 |
| 3 | 7,50 | 0,08 | 0,14 |
| 4 | 9,00 | 0,08 | 0,15 |
| 5 | 5,50 | 0,13 | 0,15 |
| 6 | 7,50 | 0,12 | 0,17 |
| 7 | 9,00 | 0,12 | 0,18 |

Los postes núm. 1 se emplean en las circunstancias ordinarias. Para las travesías de las carreteras ó de una via cualquiera en general se hace uso de los que llevan el núm. 4, intercalando entre estos y los del núm. 1 los de los números 2 y 3. Los del núm. 5 sirven para colocar en ellos los *tensores;* y en las curvas y en todos los cambios de direccion se hace uso de los números 5, 6 y 7, que tienen al efecto rigidez suficiente.

Hanse puesto en obra estos postes preparando una parte por el método de *Boucherie,* impregnándolos de sulfato de cobre cuando todavía conservaban toda la sávia, y otros en su estado natural, carbonizando tan solo la superficie de la parte enterrada, á fin de comparar su respectiva duracion. Habiendo comenzado este esperimento comparativo en 1850, no es posible hasta ahora deducir, en vista de los hechos, si conviene fijar como regla general la prévia preparacion; pero en Francia considéranse ya decisivos los resultados obtenidos, y se cree ventajosa tal operacion.

Se ha ejecutado esta en Bélgica administrativamente, porque no de otra manera se habrian realizado los esperimentos de un modo conveniente. Estableciéronse para llevarlos á cabo tres grandes depósitos en *Hasselt, Lovaina* y *Braine,* y en cada uno se adoptaron las disposiciones oportunas, siguiendo el método ensayado en *Liancourt* en Francia. La inyeccion del sulfato de cobre disuelto en agua en la razon de 1 á 80, se ha hecho por los raigales á favor de conos de plomo adaptados á ellos, colocando verticalmente los postes mas cortos é inclinados los demás, con el fin de no tener que construir un andamiaje ó castillejo muy alto, y para evitar tambien maniobras difíciles y peligrosas.

De estos esperimentos hechos en grande escala, y por lo mismo de suma importancia, resulta que las maderas preparadas en *Hasselt* absorvieron 10 kilógramos de sulfato de cobre por cada metro cúbico, al paso que la absorcion de las preparadas en *Lovaina* y *Braine* fue respectivamente de 5,3 kilógramos y de 8,8 kilógramos por igual unidad. Tan notables diferencias proceden á la vez de la calidad de las maderas y del tiempo trascurrido entre la corta y la preparacion, apareciendo la máxima cantidad de sulfato de cobre absorvida cabalmente en *Hasselt,*

donde la segunda operacion se hacia inmediatamente despues de verificada la primera. Los resultados económicos fueron los siguientes:

En *Hasselt* costó la preparacion de cada metro cúbico, *francos*.. 22,56
En *Lovaina*, id. id. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 17,51
En *Braine*, id. id. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 21,51

Los gastos de andamiaje, conos de plomo, utensilios y mano de obra fueron por término medio de 14 f. 16 c. por metro cúbico. El sulfato de cobre costó en *Hasselt* y *Lovaina* á razon de 65 francos, y en *Braine* á 80 los cien kilógramos.

Ora se preparen ó no los postes, se pintan generalmente al óleo con dos manos de óxido blanco de zinc; pero cuando se impregnan préviamente de sulfato de cobre es conveniente, para ocultar las manchas que produciria saliendo á la superficie, dar á la pintura la misma tinta de esta sustancia.

*Aisladores.* Si los postes de madera pudiesen estar siempre secos, serian en tal caso aisladores por sí mismos, como lo son, en los aparatos telegráficos que están á cubierto, las mesas, peanas y tableros de esta materia en que aquellos se apoyan; pero como tal circunstancia no puede tener lugar al aire libre, y á veces además los postes están impregnados de sustancias conductoras, es indispensable, á fin de evitar corrientes derivadas, interponer aisladores de materias no conductoras, para que los hilos no estén en contacto con la madera.

Hanse empleado hasta ahora con tal objeto el barro cocido (1), el vidrio y la porcelana, sustancias que no gozan de propiedades absolutamente idénticas ni análogamente correlativas en cuanto á su conductibilidad, resistencia, sequedad de la superficie, economía y facilidad de fabricacion, por lo cual es imposible clasificarlas de un modo absoluto respecto á su uso en la aplicacion de que se trata. Pueden todas ellas considerarse en igualdad de circunstancias en cuanto á la no conducti-

---

(1) Debemos advertir que por *barro cocido* entendemos en este caso lo que los franceses llaman *grés* y los ingleses *stone-ware.*

bilidad, si bien rigorosamente el vidrio deberia ocupar el primer lugar y despues la porcelana; pero esta lleva ventaja al vidrio y al barro cocido respecto á la sequedad de la superficie, al paso que este último ofrece mas resistencia y economía que el vidrio y la porcelana, la cual á su vez se presta mejor á la fabricacion que las otras dos sustancias: cualidad no indiferente, puesto que siendo el vidrio como materia primera mas barato que la porcelana, la dificultad de moldearlo con determinadas formas, da por resultado que los aisladores hechos con él salgan mas caros que los de porcelana.

En Francia, en Bélgica y en casi todas las líneas del continente se hace uso de aisladores de esta última sustancia, pero en Inglaterra se emplean todavía de barro cocido; y aunque en tiempo seco llenan cumplidamente su objeto no sucede lo mismo cuando llueve ó hay niebla, pues entonces su cara esterior se moja con facilidad, y ocasionan pérdidas mayores que las que originan los aisladores de porcelana.

Cualquiera que sea la sustancia con que se fabriquen los aisladores, hay una condicion que es indispensable llenar, á saber: que entre el hilo ó hilos y el poste, y entre los mismos hilos, haya siempre interpuesta una superficie seca, pues de poco serviria que la materia de los aisladores no fuese conductora, si en su esterior se llegase á formar una capa no interrumpida que lo fuese; y asi habria de acontecer pudiendo mojarse por todas partes, como efectivamente se observaba en los primitivos aisladores ingleses en forma de bellota, y aún puede advertirse en tiempo de niebla en la línea de Bruselas á Malinas. La forma de los aisladores está pues subordinada á esta indispensable condicion, y los que están hoy dia en uso la llenan mas ó menos cumplidamente.

En las líneas telegráficas inglesas se ha renunciado á los aisladores en forma de bellota, y los que comunmente se emplean ahora son de barro fino, cilíndricos, con la parte inferior, que es por donde pasa el hilo, redondeada, y se sujetan á una cruceta ó traviesa por medio de un pasador de hierro con arandela y tuerca, cuya cabeza está embebida en el barro y recibida con plomo ó azufre, interponiéndose entre la traviesa y el aislador una caperuza ó sombrerete de zinc. Este sombrerete resguarda de la lluvia la mitad superior de cada aislador, la cual es por

tanto la parte seca que interrumpe la comunicacion de la mitad inferior mojada por donde pasa el hilo, con el pasador de hierro, la cruceta y el poste. (*Lám. I, figs.* 7 *y* 8.)

En las líneas francesas son los aisladores unas campanas de porcelana que tienen el aspecto de tazas invertidas, y se fijan á los postes por medio de dos orejas agujereadas que se aseguran con tornillos de rosca de madera. En el hondo de cada una de estas campanas, ó mas bien, atendida su colocacion, en la parte interna superior, se empotra y asegura con azufre derretido una espiga de hierro galvanizado que sobresale de la boca de la campana y termina en forma de gancho, y en este se coloca el hilo con la precaucion de que no toque á dicha boca. La superficie seca es aqui la parte interior de la campana, que se interpone entre la espiga de hierro y la superficie esterior mojada del aislador. (*Lám. I, figs.* 9 *y* 10.)

En las curvas se hace uso de los aisladores representados por las *figuras* 11 *y* 12, 13 *y* 14; y cuando es necesario al frente de las esteriores atar los alambres, empléase el que espresan las *figuras* 15 *y* 16.

Finalmente, en las líneas prusianas se usan campanas de vidrio ó porcelana sostenidas por dentro á beneficio de unas palomillas de hierro fijadas á los postes con tornillos ó abrazaderas, y cada una de estas campanas lleva en su parte superior una perilla ó boton con ranura, en la cual se coloca el hilo asegurándole con una ligadura. En este sistema inverso del francés, la parte constantemente seca es la superficie interior de la campana. (*Lám. I, fig.* 17.)

En algunas líneas de Alemania se ven colocadas directamente sobre los postes las campanas que sirven de aisladores, las cuales son de porcelana, y aquellos están aguzados de modo que no haya contacto sino en la parte superior de la superficie interna, resultando que ésta permanece constantemente seca. (*Lám. I, figs.* 18 *y* 19.)

El sistema francés es sin duda el menos complicado y el mas barato, porque los aisladores se fijan directamente á los postes con dos tornillos sin piezas intermedias; pero se le achacan dos inconvenientes, á saber: 1.° que la espiga y por tanto el hilo quedan muy cerca del pos-

te, de lo cual puede resultar que aquel toque á este cediendo á la accion del viento; 2.° que la espiga no tiene toda la resistencia lateral necesaria en las curvas ó cambios de direccion para contrarrestar la resultante de los esfuerzos que la soliciten. En las líneas ha poco establecidas en Bélgica se ha tratado de evitar uno y otro inconveniente, dando á las orejas un grueso de 5 centímetros, y recibiendo la espiga, que tiene de 4 á 5 centímetros de entrega y 7 milímetros de diámetro, con azufre y limaduras de hierro dulce ó colado, en vez de hacerlo con azufre solo. A favor de estas precauciones los aisladores llenan bien su objeto, y tienen la fuerza necesaria en las curvas ordinarias de los ferro-carriles. En otras de menos rádio, y en los cambios de direccion, la espiga de hierro carece de suficiente resistencia, y es indispensable modificar la forma del aislador sustituyendo á dicha espiga una parte cilíndrica de porcelana de 4 á 5 centímetros de diámetro, con una ranura para sostener el hilo; y aun acontece á veces que los dos tornillos de rosca de madera no bastan para resistir á la traccion lateral, siendo necesario entonces hacer uso de gatillos de hierro con tuercas, ó de tornillos mas fuertes que los comunes, lo cual modifica algun tanto y segun los casos la disposicion de los aisladores.

Verdad es que en iguales circunstancias los aisladores ingleses y prusianos han menester tambien de medios supletorios para acrecentar su resistencia, que no es la suficiente en tales casos en razon á que no se fijan inmediatamente á los postes, y exijen para su colocacion piezas intermedias. Los aisladores ingleses, cuando la atmósfera está muy cargada de humedad, pierden mucho mas que los franceses, y tienen además el inconveniente de que si el sombrerete de zinc por cualquier acaso se abolla y llega á tocar á la parte inferior del cilindro de barro, puede suceder cuando ésta se moje, que la pérdida de la corriente eléctrica aumente notablemente. No adolecen de estos últimos defectos los aisladores prusianos, pero en cambio son mas engorrosos de fijar, y exijen una ligadura para asegurar el hilo en la perilla de la campana, que no necesitan los franceses.

Comparados económicamente estos tres sistemas, resulta qne designando por la unidad el costo de un aislador del sistema francés,

| | | |
|---|---|---|
| El de un aislador del sistema inglés es.... | | 1,61 |
| Y el de uno id. | id. prusiano.... | 1,77 |

Escepcionalmente se han empleado aisladores de otras formas, y mas particularmente con la de roldana ó polea, sosteniendo el hilo en la garganta que de tal disposicion resulta; pero á no resguardarlos de las lluvias se mojan completamente por todas partes, y se establece la comunicacion entre el hilo y el pasador de hierro que sirve para sujetarlos al poste.

En los Estados-Unidos se usan á veces tubos de vidrio como aisladores, que se cuelgan de los árboles, y aun en los demás casos empléase generalmente la misma sustancia, ora en forma de campana á la manera prusiana con un apéndice superior cónico con dos filetes entre los cuales pasa y se enrolla el alambre, ora en forma de prisma rectangular compuesto de dos pedazos que, sobrepuestos, dejan en el centro un hueco para el alambre. En España en la línea del ferro-carril de Madrid á Aranjuez se han adoptado los aisladores del sistema francés, y otro tanto se ha hecho en la de Jerez al Puerto de Santa María. En las que se construyen por cuenta del Estado se usan los aisladores ingleses y prusianos, y en la de Bilbao á Portugalete poleas de vidrio.

*Tensores.* Si los alambres de toda la línea de una estacion á otra estuviesen meramente sostenidos, podria acontecer, si se rompiesen en un punto, que sobrepujando la tension al rozamiento en los aisladores se saliesen de éstos ó quedasen muy flojos, y espuestos á tocarse y enredarse unos con otros por la accion del viento; y como además, para neutralizar los efectos de las variaciones de temperatura, es necesario poder acortar ó disminuir la longitud de las curvas, conviene que de distancia en distancia se aseguren los alambres á los postes, de modo que las consecuencias de una rotura no puedan estenderse sino á determinado intérvalo, y que pueda variarse la tension segun requiera la flecha que las curvas deben tener. Sirven para esto los mecanismos que hemos llamado *tensores*, los cuales hacen á la vez oficio de *afianzadores* para retener y sujetar los estremos de los alambres, y de *regula-*

*dores* para conservar la flecha segun convenga, llenando la indispensable condicion de no interrumpir ni amenguar la corriente eléctrica.

Hánse ensayado de varias formas, pero todas vienen á reducirse á unos pequeños cilindros ó tornos en los cuales, á favor del movimiento circular que se les comunica por una llave ó manubrio que se adapta á la espiga cuadrangular del eje en que están montados, se enrosca el alambre de uno y otro lado, quedando afianzados, cuando el movimiento cesa, mediante unas ruedas de dientes fijadas sobre sus mismos ejes, en las que se apoyan los respectivos fiadores, é impiden la rotacion en sentido contrario. Todo el mecanismo es de hierro, y entre él y el poste se interpone una materia no conductora.

El modelo hoy dia mas generalizado en el continente es el que se ha adoptado en Francia en estos últimos años, y consta de dos tornos con fiadores montados en una doble horquilla de palastro, colocado el canto verticalmente, y sustentada por una pieza horadada de porcelana ó una espiga de hierro por la cual pasa, á cuyo efecto se desarma en dos pedazos que se empalman y aseguran con pernios. El aislador que sostiene el tensor es una pieza de porcelana á manera de sombrerete ó campana, con dos fuertes orejas de la misma materia, que sirven para fijarla al poste con dos tornillos de rosca de madera. Cada uno de los cabos del hilo se enrosca en el respectivo torno, y haciendo girar éste por medio de la llave, se gradua la tension del modo conveniente. (*Lámina I, figs.* 20 *y* 21.) La comunicacion entre uno otro hilo se establece por el mecanismo mismo, el cual se galvaniza para evitar la oxidacion, que además de producir sus nocivos efectos, impediria la rotacion de los tornos; pero se advierte que al cabo de algun tiempo, sin duda por alterarse las superficies en contacto, la conductibilidad disminuye, y por tal razon es conveniente poner en comunicacion los dos hilos á favor de otro supletorio que se une con cada uno de ellos por torsion, soldando con estaño la atadura, como se hace en los empalmes ordinarios de la línea.

Tal es el inconveniente que con razon puede atribuirse al sistema francés, que procede de ser necesario cortar el hilo para enroscarlo, inconveniente de que tambien participan varios mecanismos análogos que

sirven para el mismo fin. Otros muchos pueden imaginarse que satisfagan á la condicion de no cortar el hilo, y en Inglaterra se hace uso de uno sumamente sencillo. Consiste en una garrucha de hierro colado, montada en un eje que atraviesa dos chapitas de hierro batido que forman la caja, y sobresale por un lado con espiga cuadrada para poder adaptar á esta una llave, y por el otro para recibir una rueda de dientes con su correspondiente fiador. La garganta de la garrucha tiene un agujero de parte á parte por el que se introduce el alambre, hecho lo cual se asegura éste al poste inmediato; y evidente es que al girar la garrucha se enroscará el alambre á la vez de los dos lados, y que disminuyendo su longitud, crecerá la tension y menguará la flecha. Por tanto, si en cada 1.000 metros se coloca un poste, en el cual el alambre, en vez de pasar por un aislador comun sin ninguna sujecion, quede á la vez aislado y afianzado sin solucion de continuidad, pero de modo que aun cuando se rompa por un lado no pueda escaparse; y si á derecha é izquierda del poste se coloca una garrucha como la que se acaba de describir, se llenarán todas las condiciones que se han indicado, puesto que sin cortar el alambre quedará éste asegurado, y además podrá arreglarse independientemente la tension de uno y otro lado del poste. Tal es el sistema á que se ha dado en Bélgica la preferencia, sustituyendo al mecanismo empleado generalmente en Inglaterra para asegurar los hilos en el poste interpuesto entre las garruchas, que tiene el defecto de romper la continuidad, otro mas sencillo, á saber: una campana de porcelana con dos fuertes orejas, la cual lleva en su interior y á cubierto un cono de la misma materia, al rededor del cual pasa el alambre, dando tres ó cuatro vueltas que bastan para sujetarlo. Evítanse de esta manera los alambres supletorios, que además de tener el inconveniente de ser engorrosos en su colocacion, y de exijir el gasto que esta origina, se enredan con los demás alambres cuando llegan á romperse, sin que á veces lo adviertan los guardas, y las comunicaciones se perturban ó interrumpen. (*Lám. I, figs.* 22, 23, 24, 25 *y* 26.)

## *De los conductores subterráneos.*

Desde los primeros tiempos de la telegrafía eléctrica, y con el fin de evitar los inconvenientes que se temia ofreciesen los conductores sostenidos en el aire, se pensó ya en colocarlos debajo de tierra. Lo ensayó por vez primera en Rusia en una corta línea telegráfica el profesor *Jacobi*, empleando para aislar los hilos metálicos tubos de vidrio de 9 milímetros de diámetro interior, 2 milímetros de grueso y 3 metros de longitud, que se unian unos á otros enrollando en cada estremo una cinta ó tira de goma elástica; y acoplados los dos que debian tocarse, colocábase al rededor de la junta otra tira, tambien de goma elástica, que se adheria á las ya aplicadas á dichos estremos, y para mayor precaucion se cubria todo con una disolucion de la misma materia. Estos tubos se sentaban en piezas de madera acanaladas al efecto, rellenando el hueco que en derredor resultaba con tres partes de yeso ó de polvo de ladrillo y una de sebo derretido, y se cubrian con otra pieza de madera.

En algunas tentativas hechas en Inglaterra y en los Estados-Unidos, se colocaron los hilos cubiertos de algodon barnizado dentro de tubos de plomo ó de hierro colado; mas no se consiguió un perfecto aislamiento, ni se obtuvo mejor resultado en Francia con hilos envueltos en algodon saturado de alquitrán. Pero al tiempo mismo que la telegrafía eléctrica se perfeccionaba y estendia, se importó en Europa la gutaperca, sustancia eminentemente inconductora, impermeable á la humedad, elástica, flexible, resistente, que se reblandece á una temperatura de 80° y se adhiere á los metales; y ya en 1846 pudo *Siemens* utilizarla con éxito en los primeros ensayos que hizo en Berlin. Repitiólos en mayor escala en una línea de 19 kilómetros, y debieron ser sin duda satisfactorios cuando el Gobierno prusiano se decidió á adoptar los hilos subterráneos en vez de los aéreos, escepto en las líneas apartadas de carreteras ó ferro-carriles; pero despues de algun tiempo los resultados no correspondieron á las esperanzas, y fué necesario abandonar las líneas subterráneas para volver á colocar al aire los alambres. No ha de

creerse por esto que tal sistema sea por sí mismo vicioso, ni debe deducirse que las comunicaciones telegráficas sean imposibles por debajo de tierra, cuando se ve que con facilidad y éxito seguro se establecen hasta cruzando el seno de los mares. Los hechos demuestran que el no haber correspondido los resultados de la práctica á lo que indicaba la teoría, debe atribuirse á defectos en la ejecucion; y como este asunto es de suma importancia por la íntima conexion que tiene con el que se ha sometido por el Gobierno al exámen de la Academia, parece muy del caso insertar aquí algunos párrafos de una memoria de *Werner Siemens* sobre los ensayos hechos en Prusia, impresa en Berlin en 1851. Dicen así.

"Decidióse emplear la guta-perca vulcanizada, es decir, mezclada »con azufre, porque de esta manera se obtiene un compuesto mas duro »y resistente al aire. Pero el procedimiento era poco conocido; no se »habia aún adquirido la suficiente esperiencia para practicarlo; y ni si»quiera se tenia conocimiento exacto de las proporciones en que debian »mezclarse tales sustancias. Así resultó que se empleó mas azufre que »el necesario, y que la temperatura á que la operacion se hizo fué de»masiado elevada, sin estar la guta-perca en el conveniente estado an»hidro, produciendo esto en las primeras líneas que se establecieron »consecuencias desastrosas.

»Con esceso de azufre y una temperatura elevada, el cobre de los »alambres se combina con aquella sustancia, y el sulfuro que resulta »penetra en la guta-perca y forma con ella un compuesto de color »pardo, conductor de la electricidad, cuyo grueso llega á veces á $\frac{1}{4}$ de »línea. A pesar de esto, si el hilo metálico hubiese estado bien cubierto »por igual de guta-perca, no se habria alterado el aislamiento; pero á »tal perfeccion no era dado llegar entonces, y la cubierta ó forro de »guta-perca tenia en algunos puntos muy escaso grueso, y además es»taba agrietada ó mezclada con materias heterogéneas.

»Tampoco se sabia hasta dónde podia influir la mayor ó menor pro»fundidad de la zanja que debia abrirse para colocar los hilos. Sabíase »sí que la guta-perca no se conserva indefinidamente sino cuando se »la preserva completamente del contacto del aire, pero ignorábase has-

»ta qué profundidad el aire penetra debajo de tierra, y atendíase mas »que á otra cosa á disminuir los gastos, aminorando la escavacion todo »lo posible. La profundidad de 1½ pies que al principio se fijó era de »todo punto insuficiente, porque los hilos no quedaban resguardados, »pudiendo deteriorarlos las herramientas empleadas en la conservacion »de los ferro-carriles; y se llegó despues hasta 2 pies, si bien por cau»sas diversas no se observó esta regla en algunas secciones.

»Era tambien muy imperfecto el método de embalar los hilos; y ya »por esta causa, ya por culpa de los operarios al colocarlos, sufrian ave»rías, sin contar las que en la efervescencia política de la época causa»ron personas mal intencionadas.

»Acontecia tambien que los hilos de cobre, al esfuerzo de una trac»cion superior á su resistencia, se rompian dentro del forro de guta»perca, sin que nada indicase esteriormente la rotura. La guta-perca, »por estar demasiado vulcanizada, ó mas exactamente la capa de sulfuro »de cobre, servia en tal caso de conductor, al menos durante algun »tiempo.

»En algunas secciones, y particularmente de *Berlin* á *Minden*, se »advirtió que el forro de guta-perca habia perdido toda su elasticidad »y estaba lleno de grietas, no sirviendo por tanto de aislador; y si de »esto solo se hubiera debido deducir que la guta-perca enterrada pier»de al cabo de algun tiempo sus propiedades, el sistema subterráneo »se habria desde luego desechado. Mas con el tiempo se ha visto que »semejante fenómeno debia solo atribuirse á la mala calidad de la guta»perca, y que cuando esta es pura y anhidra, y poco ó nada vulcaniza»da, no esperimenta ninguna alteracion ni aun despues de algunos »años."

Aparece, pues, que el mal éxito de las líneas subterráneas alemanas debe atribuirse, segun esta sincera manifestacion de *Siemens*, á la impericia en elejir, preparar y aplicar la guta-perca; y prescindiendo del gasto, muy distinto habria sido el resultado si se hubiese procedido con el conocimiento que ahora se tiene de ciertos hechos. A favor de las precauciones que en el dia se emplean, se establecen ya con seguridad conductores subterráneos en lo interior de las ciudades, ora para

cruzarlas de un lado á otro sin los inconvenientes que en tal caso ofrecen los hilos aéreos por su engorrosa colocacion, ora para poner en contacto las oficinas telegráficas unas con otras, y tambien para el paso de tuneles y rios (1). En tales circunstancias la colocacion de los hilos en el aire es á veces imposible, en otras muy dificil é incómoda, y en las mas, dado que sea posible, el gasto es mayor que poniendo los hilos enterrados ó sumerjidos en el agua. Por esto, aun en las líneas aéreas, la comunicacion subterránea es de sumo interés; y así se comprende que, si bien por razones de economía, como se verá mas adelante, no se haga uso de ella generalmente en grandes distancias, se procure de dia en dia perfeccionarla, y que tenga ya en su favor decididos partidarios.

Difieren esencialmente los conductores subterráneos y subácueos de los aéreos, en que estando sostenidos en toda su longitud y no de distancia en distancia como los últimos, no tienen que resistir á esfuerzos de traccion, y requieren un completo aislamiento de un estremo á otro de la línea, envueltos en materias no conductoras é indestructibles. Son, pues, distintas las condiciones que en la práctica hay que llenar, y conviene, para satisfacerlas del mejor modo, considerar separadamente:

1.° *El hilo metálico.*

2.° *La naturaleza, grueso y aplicacion de la sustancia aisladora.*

3.° *Los medios de preservar ésta para evitar toda solucion de continuidad, por la cual pueda la humedad llegar hasta el hilo, y dar origen á corrientes derivadas.*

El alambre de cobre es el que se usa generalmente en las líneas subterráneas y subácueas, porque en ellas no media la circunstancia que en las aéreas de haber un esfuerzo de traccion permanente que, sobrepujando al límite de elasticidad del cobre, le estira y adelgaza, y acaba por romperle, al paso que por ser mas dúctil este metal que el hierro,

(1) Así se ha hecho en las calles de Londres y de otras ciudades; y la *Compañía Anglo-Irlandesa del telégrafo magnético* ha adoptado igual sistema en gran parte de sus líneas, como lo ha hecho tambien en la de Londres á Dover la *Compañía Europea del telégrafo submarino.*

es de mas cómodo y fácil manejo en la práctica, estando convenientemente recocido.

En Inglaterra se hace uso del alambre número 16, que atendida la conductibilidad relativa del cobre y del hierro, equivale á el alambre de este último metal de 4 milímetros de diámetro; y en Alemania se ha empleado el que corresponde al número 15 inglés, ó sea de 2 milímetros de diámetro.

Vistos los inconvenientes que se tocaron en los primeros ensayos hechos con la guta-perca, se ha renunciado en Inglaterra á vulcanizarla, es decir, á mezclarla con azufre, procurando por el contrario purificarla todo lo posible; y en vez de aplicar á los hilos una sola capa de esta sustancia, se cubren con dos bien adherentes, á fin de que cualquier defecto de la primera lo tape la segunda: siendo probable que aun cuando esta á su vez pueda tener algunos, no han de coincidir exactamente con los de aquella; lo cual es preferible á una sola capa que, aunque mas gruesa, podria con el tiempo, por causa de defectos imperceptibles al principio, dejar paso á la humedad.

La primera capa suele tener de $\frac{3}{4}$ á $\frac{5}{4}$ de milímetro, y la segunda es algo mas gruesa. Tambien en Francia se ha ensayado este método, pero vulcanizando la segunda capa con el propósito de hacerla mas dura y resistente á la accion de los agentes esteriores, sin el inconveniente observado en Alemania, que se evita con la interposicion de la primera capa de guta-perca pura; pero parece que estas dos capas no se adhieren una á otra, y siendo esto asi, desaparecen por tal procedimiento las ventajas de la doble cubierta.

Los hilos envueltos en guta-perca, enterrados sin mas precaucion, quedan espuestos á percances que es necesario evitar. Desde que se hicieron los primeros ensayos en Alemania se vió que era indispensable resguardarlos, so pena de que sufriesen averías al remover la tierra de la superficie ó al abrir nuevas zanjas, y al intentar descubrir los hilos ya colocados, ó bien por rozarse con piedras cortantes, no estando tampoco exenta la cubierta de ser atacada por ciertos animales roedores. Con tal fin en Prusia se han sentado en muchos puntos los hilos sobre arena; en otros, al atravesar determinados terrenos, se han colocado dentro de

tubos de plomo ó de barro; y por último, en 1851 se ensayó en Berlin el encerrar los hilos en toda su lonjitud, ya cubiertos con una capa de guta-perca, dentro de otro forro de plomo; medio á la verdad muy costoso, y que por tal razon no puede aplicarse sino en las líneas de corta lonjitud. En Inglaterra se preservan los conductores subterráneos, ora encerrándolos dentro de conductos de madera que se hacen de dos piezas sobrepuestas, ó envolviéndolos con trenzas de cáñamo alquitranado, y metiéndolos despues dentro de tubos de plancha de hierro ó de barro; ora como en Berlin, sobreponiendo en frio á la guta-perca, y sin alterarla, un forro de plomo.

En Bélgica tambien se han hecho algunos ensayos. Hace mas de tres años se colocaron en Bruselas, desde la estacion del Norte á la del Mediodía, tres hilos subterráneos de 4000 metros de lonjitud, sin otro preservativo de la guta-perca que una capa de arena, metiéndolos tan solo dentro de caños de barro en las travesías de calles y caminos, y en tubos de plomo en la proximidad de las alcantarillas y cañerías de gas; pero ha habido que hacer muchas composturas, particularmente en las soldaduras, y uno de ellos origina pérdidas de la corriente en varios puntos: resultados que se atribuyen en parte á la calidad del metal, y en parte á no haber preservado convenientemente los hilos. Estos son de cobre, de 2 milímetros de diámetro, cubiertos con 2 milímetros de guta-perca; se fabricaron en Berlin, y cada metro lineal costó, puesto en Verviers, 39 céntimos. Otros de idéntico metal, núm. 16, cubiertos con una capa de guta-perca de 1½ milímetros de grueso, colocados en la misma Capital en otra línea, pero con forro de plomo de 1 milímetro de grueso, y sentados á $0^{m}$,75 de profundidad, están intactos, y funcionan perfectamente. Durante los años de 1850 y 1851, se han sentado otros hilos iguales á los que se pusieron entre la estacion del Norte y la del Mediodía, en los tuneles y en las cajas de los canales: los primeros, embebidos en tablas ranuradas al efecto y alquitranadas, que se fijaron á los pies derechos de las bóvedas con grapas de hierro, y los segundos metiéndolos dentro de tubos de plomo sin soldadura, de 22 milímetros de diámetro interior y 4 de grueso, y estos, para preservarlos de los vicheros, dentro de otros de hierro colado de 35 milímetros de

diámetro interior y de 15 de grueso. Desde entonces úsanse hilos preparados en Inglaterra de 1,7 milímetros de diámetro, ó sea del núm. 16, con doble cubierta de guta-perca de 2 milímetros de grueso, de modo que el diámetro esterior es de 5,7 milímetros; y cada metro lineal de este hilo cuesta en fábrica 25 céntimos, ó sea 16 libras esterlinas la milla inglesa (*).

El forro de plomo duplica el valor del hilo cubierto solo con dos capas de guta-perca, al paso que el de madera, de que se ha hecho mencion, aumenta solo el coste de este último de $\frac{3}{7}$; de modo que representando por la unidad el precio de una lonjitud dada de alambre preparado con doble capa de guta-perca, esta misma lonjitud cuesta:

Con forro de plomo...................... 2,000 (en general).
Con id. de madera...................... 1,429 (en Bélgica).

En vista de estos resultados, y de las observaciones que se han hecho en las líneas subterráneas, el ingeniero *Mr. Vinchent*, encargado de establecer las nuevas comunicaciones telegráficas de Bélgica, cree que el forro de madera ofrece todas las garantías necesarias en las circunstancias ordinarias, sin ser tan costoso como el de plomo; que este debe usarse sin perjuicio de aquel en los tuneles donde los alambres están

(*) Los precios en Inglaterra de los alambres preparados con la doble cubierta de guta-perca son los siguientes.

| *Números.* | *Diámetros.* | *Libras esterlinas por milla.* | *Reales por metro lineal.* |
|---|---|---|---|
| 1 | 8 *milim.* | 27 | 1,60 |
| 2 | 7¼ | 25 | 1,37 |
| 3 | 6½ | 19—5 | 1,14 |
| 4 | 5¾ | 16 | 0,99 |

Tambien se fabrican en Inglaterra, y empiezan á usarse estos mismos hilos con capa ó forro de plomo, y con esta adicion el núm. 4 cuesta 2 rs. por metro lineal, es decir, el doble de su precio sin ella.

espuestos á variaciones de temperatura, á el vapor y á el humo de las locomotoras, asi como á la conjelacion de las filtraciones en el invierno; y que en las travesías de los canales ó vias navegables deben colocarse los hilos dentro de tubos de plomo de 4 milímetros de grueso, y estos en la parte accesible á los vicheros dentro de otros de hierro colado.

### *Comparacion de los conductores aéreos con los subterráneos.*

Esplicado ya cuanto concierne á ambos sistemas con arreglo al estado presente de los conocimientos en la materia, resta solo compararlos entre sí, y para esto enumerar las ventajas ó inconvenientes inherentes á cada uno.

Los conductores aéreos directamente sometidos á la influencia de los fenómenos meteorológicos, sufren perturbaciones tales, que no es posible trasmitir por ellos en ciertos momentos ninguna comunicacion; y aun puede acontecer, y ya ha sucedido, que en circunstancias dadas esperimenten averías de consideracion, asi como los aparatos de las estaciones.

Estas influencias producen en los conductores corrientes particulares que perturban la principal producida por la pila, ora accidentales, á veces de gran intensidad sin sujecion á ninguna ley conocida, ora contínuas ó periódicamente alternadas, de mas leve energía, pero capaces, sin embargo, en alguna ocasion y á ciertas horas del dia, de impedir en los parajes elevados toda comunicacion. Asi resulta de los esperimentos hechos en la línea de Viena á Praga en 1849 por *Baumgartner;* y *Barlow* ha observado en Inglaterra, que la direccion de las corrientes periódicas cambia por la noche, y que entre las 7 y las 10 de la mañana ó de la noche cesa su accion; habiendo advertido además que las intensidades *máxima* y *mínima* corresponden á direcciones dadas, resultando asi una coincidencia notable entre las variaciones diurnas de la aguja de declinacion y las de intensidad de tales corrientes.

Las auroras boreales producen corrientes variables de gran intensi-

dad, que perturban ó neutralizan de tal modo la principal, que los aparatos no pueden funcionar, ó lo hacen mal, incierta é irregularmente.

Las nubes cargadas de electricidad, aisladas sobre los conductores aéreos, originan por induccion corrientes variables, á veces de gran intensidad, que ponen en estado de actividad los electro-imanes, y cambian el magnetismo de las agujas ó destruyen los hilos y los aparatos; estragos que tambien las descargas directas de las nubes producen en algunas ocasiones, quemando los hilos y destrozando postes, aparatos y cuanto encuentran al paso, de lo cual hay ya mas de un ejemplo.

Finalmente, los conductores aéreos por efecto de las lluvias y las nieves sufren pérdidas notables; y cuando azotados por los vientos se juntan y enredan unos con otros, cesa la corriente y se interrumpe la comunicacion.

Los conductores subterráneos no están espuestos á estos dos últimos inconvenientes, y rodeados de una materia conductora, cual es la tierra, si bien no exentos de perturbaciones á influjo de las auroras boreales, al decir de *Siemens*, ó de las corrientes producidas en el momento de verificarse una fuerte descarga eléctrica, no corren tanto riesgo como los aéreos por causa de los fenómenos meteorológicos, aunque tambien es verdad que, á beneficio de ciertas precauciones, pueden disminuirse notablemente las contingencias á que están espuestos estos últimos conductores.

Tambien en la colocacion ó asiento llevan si se quiere ventaja los conductores subterráneos á los aéreos, toda vez que no exijen como estos postes ni mecanismos especiales, bastando enlazar y soldar unos hilos con otros, y que por estar enterrados no quedan espuestos á la accion de ciertas causas esteriores independientes de la voluntad del hombre, que puedan perjudicarlos ó destruirlos; pero en cambio exijen sumo esmero en su preparacion y prueba, pues el mas leve descuido puede ser causa de que la corriente eléctrica se aminore ó pierda del todo: inconveniente muy grave, que solo es dado evitar con una constante é inteligente vigilancia, y esta condicion es muy dificil de llenar en la práctica. Por el contrario, los hilos aéreos, en razon de estar completamente descubiertos, se prestan mejor que los subterráneos á las reparaciones,

porque cualquier avería se advierte al momento, al paso que las de estos últimos no aparecen á la vista; y aunque por medio de registros y de galvanómetros especiales, ó aplicando las leyes de *Ohm*, se puede determinar con mucha aproximacion el punto en que ocurra una solucion de continuidad, ha de ofrecer esto dificultades en la práctica, particularmente cuando las líneas no estén colocadas á lo largo de ferro-carriles, porque no es operacion que esté al alcance de los agentes subalternos, y habrán de ser necesarios tanteos y catas que obliguen á veces á descubrir los hilos en gran lonjitud. Tambien respecto de la colocacion de nuevos hilos hay ventaja marcada en favor de los conductores aéreos, porque para hacer tal operacion en una línea subterránea sería necesario descubrirla toda, al paso que para poner un hilo en el aire basta tenderle, y fijar en los postes los aisladores y tensores correspondientes, operacion que se ejecuta con suma facilidad y prontitud. A su vez los conductores subterráneos, dado que estén perfectamente preparados, podrán exijir menos gastos de entretenimiento; pero esta es cuestion que todavía no puede considerarse como definitivamente resuelta. Finalmente, en cuanto á los daños que proceden de la voluntad del hombre, pueden considerarse en igual caso, en momentos críticos, los conductores aéreos y los subterráneos, si bien en rigor estos últimos en circunstancias ordinarias no llaman la atencion, y á no haber propósito deliberado no escitan la dañada intencion de los que se complacen en destruir por el hecho solo de hacer mal.

Comparados económicamente los dos sistemas la ventaja es muy señalada en favor del aéreo, pues solo cuesta la mitad ó la tercera parte que el subterráneo, segun las localidades; y esta es la causa que sin duda influiria siempre mas particularmente en favor de los conductores aéreos, aunque no existiese todavía la desconfianza que produjo en contra de los subterráneos el mal éxito de los ensayos hechos en Alemania, desconfianza que tentativas mas felices no han mitigado, y que solo el tiempo y ulteriores adelantos podrán desvanecer. Entretanto la prudencia aconseja proceder con cautela, y no esponerse á gastar doble ó triple á trueque de obtener ventajas que mas de una vez serian ilusorias, y que solo con un esmeradísimo trabajo podrian conseguirse por tan largo tiem-

po y con la seguridad que son de apetecer; pero á la vez indica que deben continuarse con perseverancia los ensayos y las observaciones, y que en casos dados, cuando la cuestion del coste sea secundaria, ó cuando por circunstancias locales no sea posible emplear los conductores aéreos, pueden adoptarse los subterráneos con las precauciones que se han esplicado.

Tal es hoy dia el dictamen de la Academia sobre esta importante cuestion, cuyas circunstancias quizá varien con el tiempo. Entretanto, sin apartar la vista de los hechos, ni participa del entusiasmo con que algunos ingenieros y ciertas empresas han preconizado las líneas subterráneas, ni del desden con que en el vecino Imperio las mira la administracion de los telégrafos; desden que, prescindiendo de la comparacion de los gastos de uno y otro sistema, no aparece suficientemente justificado.

## *Conductores subácueos.*

La primera tentativa de establecer los conductores eléctricos por debajo del agua, se hizo en los Estados-Unidos con el fin de poner en relacion *Nueva-Yorck* y *Jersey*, ciudades situadas una enfrente de otra en las opuestas orillas del rio *Hudson*, evitando el gran rodeo que de otro modo hubieran tenido que dar los hilos.

*Wheatstone* imaginó en 1847 poner en comunicacion *Dover* y *Calais*, y en enero de 1849 hizo *Mr. Walther* su primer ensayo con 2 millas de alambre de cobre número 16, cubierto de guta-perca, que se sumerjieron en el mar. Por ellas se estableció la comunicacion entre *Londres* y el buque *Princesa Clementina*, y se hicieron con buen éxito varios ensayos de recíproca correspondencia; pero la gloria de haber realizado por completo la comunicacion submarina entre *Dover* y *Calais* corresponde á *Brett*, y á los ingenieros *Crampton* y *Wollaston*. Se intentó por primera vez con un solo hilo que se colocó en 29 de agosto de 1850; mas á los pocos dias se rompió por su escasa resistencia; y si

bien quedaba demostrado que la corriente eléctrica podria trasmitirse por el fondo del mar, era necesario, para conseguirlo de un modo estable y duradero, construir y colocar conductores de mas fortaleza. Asi se hizo en efecto, y desde el 14 de noviembre de 1851, un cable submarino de 40 kilómetros de longitud y de 180 toneladas de peso, une la Francia y la Inglaterra, y por él ha quedado establecida la comunicacion eléctrica entre ambas naciones; sin que los temporales, tan frecuentes en el proceloso estrecho, la hayan hasta ahora interrumpido, si bien hay quien recela que el cable se gaste y deteriore rozando sobre las agudas crestas de las rocas submarinas, á impulso de las fuertes mares de fondo, ó se rompa al garrar de las anclas, ó que la accion corrosiva del agua salada disminuya paulatinamente su resistencia. Compónese el cable, que pesa 4.500 kilógramos y tiene 16 centímetros de circunferencia, 1.° *de cuatro hilos de cobre* del número 16, cubiertos de una doble capa de guta-perca, y colocados en cruz en el centro: 2.° *de filásticas de cáñamo* empapadas en alquitrán y sebo, que envuelven y resguardan todos los hilos, formando con estos una cuerda de 3 centímetros de diámetro; y 3.° *de 10 alambres de hierro galvanizado*, de 1 centímetro de diámetro, retorcidos, formando hélices prolongadas y muy apretadas unas contra otras, que constituyen un revestimiento esterior de mucha resistencia, y suficientemente flexible. Segun *Mr. Highton*, el costo del cable ha sido de 20.000 libras esterlinas, y el importe total de todos los gastos hechos por la Compañía, de 75.000 libras esterlinas.

En junio de 1852 se estableció otro cable submarino entre *Holyhead* y *Dublin* para la comunicacion constante entre Inglaterra é Irlanda, el cual tiene una longitud de 130 kilómetros. Está construido de la misma manera que el que va de *Dover* á *Calais*, con la diferencia de que contiene un solo conductor, y de que la cubierta esterior la componen 12 alambres de hierro galvanizados, mucho mas delgados que los de aquel; resultando de esto que el peso es de 610 kilógramos por kilómetro. En pocas semanas se concibió y quedó realizado este proyecto, y posteriormente se ha sumerjido otro cable análogo entre *Port-Patrik* y *Donaghadee*.

Un cable con 6 hilos conductores, y de 800 toneladas de peso, une la Europa y la Cerdeña por el fondo *del golfo de la Spezia*, atravesando la Córcega y *el estrecho de Bonifacio;* de modo que la dificultad para poner en comunicacion telegráfica el Africa y la Europa queda reducida á salvar los 200 kilómetros de distancia que hay de *Stora* á *Bona*, pasando por la *isla de Gálita*, conseguido lo cual los hilos conductores podrán seguir por tierra hasta la embocadura *del Ganges;* y el Asia, el Africa y la Europa estarán entre sí en comunicacion mas íntima, é infinitamente mas rápida que lo están hoy dia, aun en las naciones mas adelantadas, pueblos separados tan solo por el intérvalo de algunas leguas.

Pero como si el vencer esta dificultad se tuviese en poco, se ha pensado en atravesar el Atlántico desde la costa oriental de *Nueva-Finlandia* á la occidental de *Irlanda*, y se ha constituido en *Nueva-Yorck* una Sociedad para realizar este gigantesco y audaz proyecto, el cual, si llega á feliz término, producirá inmensos y prodigiosos resultados en mas de un concepto, porque la espresion del pensamiento en alas de la electricidad correrá mas veloz que el huracán de uno á otro hemisferio.

Otra comunicacion eléctrica submarina se inauguró en 1853 entre Inglaterra y Bélgica, enlazando *Dover* con *Ostende*, línea tres veces mas larga que la que une aquel punto con *Calais;* y posteriormente se ha establecido otra todavía de mayor longitud entre la costa inglesa y la playa de *Scheveningue*.

Tambien en Dinamarca se ha sumerjido un cable de tres hilos, que atravesando el *Gran-Belt* pone en comunicacion *Nyborg* y *Korsoe*, y otro de seis hilos cruza en Holanda el *Zuider-zee*.

En este mismo pais, para el paso de los rios que tienen mucha anchura, se han empleado cables como los submarinos, con cuatro conductores, y han costado, fabricados en Inglaterra y puestos en *Rotterdam*, á razon de 400 libras esterlinas por milla, ó sea 25 rs. por metro lineal. Otro tanto se ha hecho en los Estados-Unidos, aunque en mayor escala; y *el Ohio*, *el Missisipí*, *el Hudson* y otros rios ocultan en su fondo cables construidos de igual manera.

Los conductores subterráneos y subácueos se asimilan por sus peculiares condiciones á la *botella de Leyde*, y se observan en ellos corrientes de retroceso ó contrarias á la principal, cuya influencia se advierte á veces en los aparatos de la estacion que trasmite las señales.

## *De los aparatos que se usan para hacer las señales.*

Hasta el año 1837 puede decirse que la telegrafía eléctrica no llegó á perfeccionarse lo bastante para que de ella se pudiera hacer uso conveniente en la práctica. En todas las tentativas hechas anteriormente á esta época, desde el descubrimiento de la electricidad dinámica y de sus propiedades, empleábanse varios hilos que, trasmitiendo alternativamente una corriente eléctrica, indicaban letras ó diptongos, ora produciendo descomposiciones químicas, ora desviando una aguja imantada de su posicion inicial; pero la multiplicidad de conductores era sin duda un grave inconveniente en mas de un concepto, y naturalmente, al considerar las inmensas ventajas que la telegrafía eléctrica habria de proporcionar cuando pudiera aplicarse á las necesidades de la práctica con facilidad y buen éxito, sin tanta complicacion y con mas economía, debieron dirijirse todas las investigaciones á disminuir el número de hilos, y á producir con la corriente eléctrica efectos de intensidad suficiente para indicar con rapidez señales bien marcadas que evitasen toda perplejidad. En el citado año, *Steinheil* en Alemania y *Wheatstone* en Inglaterra consiguieron realizarlo, marcando las señales en una muestra ó cuadrante por medio de una aguja imantada que se movia cediendo á la influencia de un aparato electro-magnético. *Morse* en el siguiente año, haciendo uso de electro-imanes, ideó un ingenioso mecanismo que trazaba las señales en el papel; y *Wheatstone* en 1840, empleando asimismo los electro-imanes, fué el que prácticamente estableció por primera vez la comunicacion eléctrica entre dos pueblos.

Hecha esta ligera reseña para fijar los hechos hasta el establecimiento de la primera línea telegráfica eléctrica, y sin detenernos en la inútil tarea de discutir y calificar los derechos que á la prioridad de la

invencion del telégrafo electro-magnético alegan el distinguido profesor de la universidad de *Nueva-Yorck* y el sábio físico inglés cuyos nombres acabamos de citar, prioridad que tambien reclaman á la par mas de sesenta pretendientes, vamos á describir los aparatos que están mas en uso, sin hacer mencion de otros muchos que no tienen aplicacion en la práctica, y cuya descripcion sería del todo inútil para el fin que nos proponemos.

Difieren unos de otros los telégrafos eléctricos, ora por el aparato motor, ora porque indican las señales de un modo fugaz que solo permite verlas durante un corto momento, ó las trazan gráficamente, dejándolas marcadas de un modo permanente, ora en fin porque las señales son signos convencionales de representacion, ó bien las letras del alfabeto y las cifras del sistema de numeracion. Así, hay telégrafos que funcionan por la influencia inmediata de la corriente eléctrica sobre la aguja imantada, ó á impulso de combinaciones mecánicas puestas en movimiento por pesas ó resortes, y sometidas á la instantánea accion de electro-imanes; otros, en que solo se emplean estos; y algunos cuyos efectos son debidos á aparatos magneto-eléctricos. Y en cuanto á la manera de marcar las señales, los hay que las estampan en el papel con puntos y trazos rectos ó angulosos por medios mecánicos ó químicos, ó imprimiendo las letras y los números con su verdadera forma; y otros que las indican en una muestra ó cuadrante por la situacion variable de una ó mas agujas, ya denotando segun las distintas posiciones y combinaciones de las mismas los números y las letras del alfabeto, ya designando directamente estas y aquellos.

Pero cualesquiera que sean los aparatos telegráficos, debe necesariamente existir cierta correlacion entre los que sirven en una estacion para entrar en comunicacion con otra, y los que en esta marquen las señales hechas por aquella; y ambos aparatos, aunque apartados, constituyen, unidos por los conductores, con las pilas y algunos otros mecanismos accesorios, el conjunto de cada sistema telegráfico. Llámase, y á la verdad sin gran propiedad, *manipulador*, ó algunas veces *llave*, al que sirve en una estacion para iniciar y trasmitir las señales á otra, y *receptor* al que las produce en esta al tiempo mismo que el manipula-

dor las marca en la otra; siendo evidente que para que dos puntos puedan estar en comunicacion, se necesita en cada uno de ellos un *manipulador* y un *receptor*. Tal es el caso mas sencillo que puede presentarse en la práctica; pero cuando una línea telegráfica tiene estaciones intermedias, es necesario que haya en cada una de estas un *manipulador* y un *receptor* para cada lado de la línea, ó que estos aparatos, si no son dobles, estén de tal modo dispuestos que puedan trasmitir y recibir la corriente eléctrica en una ú otra direccion; y cuando acontece que de una linea principal hayan de partir ramales en distintos rumbos, es indispensable que se aumente el número de manipuladores y receptores, ó se adopten disposiciones especiales que estén en relacion con el complejo servicio á que debe atenderse.

## *Telégrafo de Morse.*

*Morse* se propuso desde un principio emplear la corriente eléctrica para *trazar* á largas distancias señales convencionales. El primitivo mecanismo de su receptor se reducia á una palanca, que podia tener un movimiento alternativo al abrir ó cerrar el circuito voltáico por medio de la llave ó manipulador, con intérvalos variables; y esta palanca, con una pluma colocada en uno de los estremos, señalaba puntos ó trazos sobre un papel que con velocidad constante iba pasando por debajo de ella. El mecanismo, pues del receptor se componia de una série de ruedas dentadas que jiraban engranando unas en otras por efecto del electro-imán que producia la oscilacion de la palanca; y el manipulador ó llave era simplemente otra palanca que abria y cerraba el circuito, uniendo ó separando los opuestos polos de la pila. Pero se tocó el inconveniente de que la pluma á veces no señalaba, lo cual se intentó remediar sustituyéndola un pincel; y como sucediese lo mismo, en lugar de este se puso un lapiz, que era necesario afilar á menudo; y por último, se pensó en hacer uso de un puntero de acero, con el cual se pudiesen señalar puntos y trazos en una tira de papel. Mas esta nueva innovacion exijia cierta intensidad en la fuerza que hubiese de mover el pun-

tero de acero; y con el fin de multiplicar la del primitivo aparato, añadió *Morse* un segundo electro-imán, puesto en accion por una pila especial. Perfeccionado de este modo el aparato se ha generalizado en los Estados-Unidos, y en Europa se emplea tambien en muchas líneas. Achácasele el inconveniente de que los signos no quedan á veces bastante separados, ó distintamente señalados, lo cual da lugar á que la lectura sea dificil, y espuesta á equivocaciones; pero el hecho es que de dia en dia va estendiéndose su aplicacion, sin duda porque con las mejoras que sucesivamente ha recibido, y el cuidado de los telegrafistas, se evitan una y otra contingencia (1). La *Lámina II* representa este aparato tal como *Mr. Mouilleron* lo construye en París.

## *Telégrafo de Froment.*

Propúsose este constructor evitar los inconvenientes del aparato de *Morse*, y el *receptor* del que lleva su nombre consiste esencialmente en una palanca que tiene un movimiento alternativo de vaivén producido por un electro-imán, la cual lleva en una de sus puntas un lapiz que se afila por sí mismo, y traza sobre el papel, colocado en un tambor, trazos rectos y ángulos entrantes y salientes, por cuyo medio los signos se distinguen perfectamente unos de otros.

Una combinacion de ruedas dentadas impulsada por la accion de un

---

(1) Despues de escrito este informe se ha estendido notablemente el uso del aparato de *Morse*. En Bélgica, para las comunicaciones internacionales se emplea ya esclusivamente con muy buenos resultados. Otro tanto sucede en Francia, donde se ha adoptado en vez del aparato *Foy-Breguet*, que funcionaba en las líneas del Gobierno, y en España se ha resuelto recientemente adoptarlo tambien en sustitucion del de *Wheatstone*. Parece pues que, aunque todavía diste mucho de la perfeccion á que sin duda llegarán otros aparatos, quizá antes de mucho tiempo, escribiendo las comunicaciones con las letras del alfabeto, tal como en el dia se construye, es el que de hecho va á resolver en el continente europeo el problema de la unidad telegráfica, evitando los inconvenientes y retrasos que resultan de emplear en las grandes líneas de comunicacion aparatos de distintos sistemas.

resorte, pone en movimiento el tambor en que se fija el papel; pero como el eje de dicho tambor está fileteado y gira en una tuerca ó hembra del mismo paso, resulta que un punto tomado sobre el papel, al mismo tiempo que se mueve circularmente avanza en direccion horizontal, describiendo por tanto una espiral; y evidente es igualmente que una punta fija trazará sobre el papel esta misma espiral contínua. Pero si al propio tiempo que el papel gira la punta tiene un movimiento alternativo paralelamente al eje del tambor, apoyándose siempre sobre el papel, su traza sobre éste será una espiral compuesta de líneas rectas y de ángulos entrantes y salientes sin solucion de continuidad; y las letras del alfabeto y los números desde 0 á 9, podrán designarse respectivamente por un número dado de dientes ó picos.

El lapiz, rozando constantemente sobre el papel se afila por sí mismo, porque el mecanismo le comunica por medio de una rueda de 100 dientes un movimiento de rotacion, y por tanto se gasta por igual, formando una pirámide de 100 caras cuyas aristas van desapareciendo sucesivamente por el roce, formándose otras nuevas.

Este aparato, que solo exije un hilo, parece, segun los esperimentos hechos, que en igual tiempo puede hacer doble número de señales que el adoptado en Francia por el Gobierno, el cual necesita dos hilos y aparatos dobles.

## *Telégrafo de Bain.*

Las señales que produce quedan tambien estampadas como en el de *Morse*, y bajo este concepto hay cierta analogía entre uno y otro, aunque en la disposicion y modo de actuar del mecanismo se advierta diferencia.

Fúndase el de *Bain* en la propiedad que tiene toda corriente eléctrica de descomponer las sales metálicas, en virtud de la cual la corriente de la pila, sin necesidad de electro-imán, produce directamente las señales. Al efecto, una tira de papel impregnada de *yoduro de potasio* pasa por encima de un cilindro metálico, y en contacto con él, á impulso de un movimiento de relojería, y sobre dicha tira viene á apo-

yarse un puntero de metal cuando se cierra el circuito por medio de la llave ó manipulador, separándose en seguida al empuje de un resorte cuando el circuito se interrumpe. Si pues el cilindro metálico está en comunicacion con el polo positivo de la pila y el puntero con el negativo, cada vez que el puntero apoye sobre el papel, la superficie de contacto cambiará de color, y será un punto ó una línea, segun que el contacto sea instantáneo ó tenga lugar durante un corto período de tiempo, en virtud del movimiento de traslacion del papel. Podrán así formarse, por la descomposicion química que tiene lugar, trazos mas ó menos prolongados, y puntos aparentes, al modo que en el telégrafo de *Morse* se obtienen unos y otros por medio de la estampa que produce mecánicamente el puntero.

Tal era el mecanismo del primitivo *receptor* del telégrafo de *Bain;* y la *llave* ó *manipulador* para cerrar ó interrumpir el circuito y producir las señales se manejaba á mano, lo cual podia dar lugar á equivocaciones. Con el fin de evitarlas ha imaginado el mismo inventor sustituir á la accion de la mano la de un aparato en el cual se coloca el escrito que ha de comunicarse, preparado de cierto modo; y así bien pudiera decirse que este telégrafo lee lo que se quiere trasmitir en el punto de partida y lo escribe en el de recibo, ejecutando ambas operaciones simultáneamente. Consiste la preparacion indicada en marcar lo que se ha de comunicar con los signos establecidos en una tira de papel comun, haciendo con un saca-bocados los puntos y trazos correspondientes, de modo que la comunicacion aparece recortada en el papel. Enróllase este en un tambor de madera, y va desde él pasando sucesivamente por entre un cilindro y un resorte, ambos de metal, de lo cual resulta que, colocado este aparato ó manipulador en el circuito, mientras el papel está interpuesto entre el cilindro y el resorte, la corriente se interrumpe, y que cuando llega un hueco, poniéndose aquellos en contacto, la corriente pasa del uno al otro; siendo evidente que iguales alternativas se producirán en la otra estacion, y que cada punto ó trazo en hueco que pase por el cilindro de la que habla se señalará en el papel químico de la otra por un punto ó trazo igual marcado por un cambio de color.

Ingeniosa como es en alto grado esta combinacion, tiene el no leve inconveniente de ser necesario recortar en el papel la comunicacion que se quiera trasmitir; y aunque el mecanismo puede funcionar muy rápidamente una vez puesto en marcha, hasta el punto de señalar 1200 signos por minuto, y aun mas, es lo cierto que estos no quedan entonces marcados con suficiente nitidez, y que se observan los mismos defectos de que adolece el telégrafo de *Morse*, por lo cual no se ha conseguido todavía obtener de hecho por tal medio mayor celeridad que con otros aparatos. Sin embargo de esto, en Inglaterra, en Alemania y en los Estados-Unidos se hace uso de él en algunas líneas.

## *Telégrafo llamado inglés de Cooke y Wheatstone.*

Se funda en la propiedad que tiene toda corriente eléctrica de desviar una aguja imantada de su posicion natural, ora hácia un lado, ora hácia el opuesto, segun sea la direccion de la misma corriente. El mecanismo del *receptor* se reduce á una aguja *astática*, ó mas generalmente á dos, al rededor de cada una de las cuales puede circular la corriente que viene de la pila por un multiplicador de alambre de cobre cubierto de seda; y como el *manipulador* no es mas que una sencilla combinacion, en virtud de la cual por medio de una llave ó manivela se cambia instantáneamente la direccion de la corriente que pasa por el respectivo multiplicador, fácilmente se comprende que cada una de las agujas, ó las dos á un tiempo é independientemente, podrán moverse á la derecha ó á la izquierda de su posicion inicial, que es en la línea vertical, hasta tropezar en los topes, dispuestos con el fin de limitar la amplitud de las oscilaciones. A esto tan solo se reduce el telégrafo de agujas generalmente usado en Inglaterra y en algunas líneas del Continente, siendo, como se ve, la aplicacion inmediata del multiplicador de *Schewciger* con la aguja *astática* de *Nobili* sin electro-imanes ni complicados rodajes. Ocultos los multiplicadores y las agujas interiores dentro de la caja que encierra el mecanismo, solo aparecen á la vista las agujas esteriores; y combinando los movimientos á derecha é izquierda

de cada una de ellas con los de la otra, se representan convencionalmente las letras, los números y las señales especiales para los telegrafistas. Así, por ejemplo, estando inmóvil la aguja de la derecha, un movimiento de la otra hácia la izquierda puede ser la señal equivalente al *Stop* inglés, que se repite al fin de cada palabra; dos movimientos hácia la izquierda permaneciendo la otra fija, pueden denotar la *A*, tres la *B;* un movimiento á la izquierda de la aguja izquierda y uno á la derecha de la aguja derecha la *C;* y así sucesivamente.

Tiene este telégrafo la ventaja de ser sumamente sencillo, y de no necesitar una corriente eléctrica tan intensa y constante como los aparatos de electro-imanes, pudiéndose emplear para producirla las pilas de arena de *Cooke;* pero en cambio requiere mucho hábito y atencion para hacer y recibir las señales, y su misma sensibilidad es causa de que la electricidad atmosférica produzca notables perturbaciones, é impida á veces el servicio, si bien con algunas mejoras hechas por *Walker*, y á favor de varias precauciones, puede esto último atenuarse hasta cierto punto.

Tal es el aparato que mas se usa en Inglaterra, y el que por su gran sencillez ha preferido el Gobierno para la línea de *Madrid* á *Irun*. (*Lám. III, figs.* 1, 2, 3, 4 *y* 5.)

En 1838 *Wheatstone* habia imaginado otro con cinco hilos metálicos y cinco agujas imantadas, fundado en el mismo principio de la desviacion de éstas por la influencia de la corriente voltáica, y con él denotaba instantáneamente, á favor de los simultáneos movimientos de las agujas, las letras del alfabeto, dispuestas de cierto modo en una muestra; pero la complicacion de tantos hilos y el gasto que originaban fueron causa de que el mismo inventor desechase tal procedimiento, buscase otras combinaciones mas acomodadas á la práctica. Pensó entonces en valerse de electro-imanes, y de la accion electro-magnética, y en 1840 construyó un aparato con un solo hilo, sin agujas ni efecto dinámico producido por la accion de la corriente, el cual durante algun tiempo estuvo en uso en varias líneas inglesas con el nombre de *telégrafo de cuadrante;* pero en la práctica se tocaron algunos defectos inherentes á la construccion del mecanismo, siendo necesario para pre-

caver sus consecuencias, gran destreza y mucho hábito en los telegrafistas; y aunque Froment con su invencion del *telégrafo de teclado* halló el medio de evitar toda dificultad, el hecho es que el uso de los telégrafos de cuadrante de *Wheatstone* no se estendió en Inglaterra, mereciendo la preferencia los de agujas que hemos descrito, y llamado de *Cooke* y *Wheatstone* por respeto á una sentencia arbitral fundada en razones mercantiles, aunque en rigor solo debiera llevar el nombre de este último. En el continente no tenemos noticias de que se haya adoptado este telégrafo en mas línea que en la de París á Saint-Germain, en la cual hace mas de diez años que funciona bien.

### *Telégrafo del Gobierno francés, construido por Breguet.*

Queriendo asimilar las señales del telégrafo eléctrico á las del aéreo de *Chappe*, por motivos que á la verdad no producen entera conviccion se adoptó la idea propuesta por *Mr. Foy* de imitar los movimientos de este último, y se confió á *Breguet* la construccion de los aparatos. Compónese el *receptor* de dos agujas, cada una de las cuales tiende constantemente á girar, arrastrada por un rodaje como el de un reló, movido por la accion de un muelle encerrado en un tambor. Hay, pues, para cada aguja uno de estos rodajes, los cuales se mueven independientemente uno de otro, y se detienen del mismo modo cuando la rueda de escape respectiva no puede girar libremente. Un electro-iman correspondiente á cada mecanismo atrae, cuando circula la corriente, una paleta de hierro dulce, y esta al moverse hace que un fiador, que apoyándose en los dientes de la rueda de escape impide que se mueva, la deje por un momento en libertad, y entonces gira avanzando el intérvalo de medio diente, hasta que otro fiador viene á detenerla. Cesa entonces la imantacion; la paleta, empujada por un resorte, vuelve á su lugar; la rueda de escape avanza otro espacio igual al anterior; y al circular y cesar de nuevo la electricidad se reproduce esto mismo, y así sucesivamente. De este modo puede la rueda de escape dar una ó mas vueltas enteras, y la aguja indicadora, que está fijada en el eje de

dicha rueda perpendicularmente al mismo, hace otro tanto, deteniéndose segun se quiera en una posicion dada. La rueda de escape está dividida en cuatro dientes; y como en cada movimiento no adelanta mas que la mitad de uno de éstos, durante una vuelta entera de la aguja puede tener ocho posiciones distintas, describiendo al pasar de una á otra un arco de 45 grados. Siendo dos las agujas, y tomando cada una ocho diversas posiciones, combinados los movimientos de ambas cabe hacer hasta sesenta y cuatro señales diferentes; y á favor de otra convencional es posible duplicar este número cuando sea necesario.

El *manipulador*, como el receptor, se compone de dos partes iguales, pero independientes; y cada una de ellas está en relacion con el respectivo mecanismo de una de las agujas del receptor, por lo cual se requieren indispensablemente dos hilos conductores. Cada una de las partes del manipulador se compone de un disco vertical fijo, cuya circunferencia tiene ocho muescas ó cavidades colocadas á distancias iguales unas de otras, y por su centro pasa un eje, el cual recibe en un estremo una manivela articulada, que al girar puede encajarse en las muescas indicadas. Por el opuesto lado lleva el eje, fija en él, una rueda, en cuya parte vertical interna hay una canal ó ranura rectangular con los ángulos redondeados, y por esta ranura se mueve una roldana colocada al estremo de una palanca, la cual por tanto puede tener un movimiento alternativo cuando al girar la rueda, y por consiguiente la ranura, haya de obedecer la roldana que está dentro de ella. Este movimiento alternativo lo comunica la palanca á otro eje horizontal sostenido por la columna ó pie del aparato, y al estremo de este eje hay otra palanca fija en él, que participa de igual movimiento, y su estremo puede tocar, ya á una pieza de metal en comunicacion con la pila, ya á otra que lo está con el hilo del *receptor*. Es pues evidente, que cuando esta palanca se ponga en contacto con el conductor de la pila, la corriente pasará á la misma palanca, y de ella al eje y á la columna del aparato, que al efecto son de metal, siguiendo por el hilo de la línea que viene á parar á un boton metálico que está en comunicacion con dicha columna. Por el contrario, cuando el estremo de la palanca toque en la pieza metálica que corresponde al hilo del receptor, la corriente procedente de la pila de la estacion que-

dará interrumpida, pero la que venga de otra estacion podrá dirijirse al receptor y producir una señal. Esto sentado es facil comprender, que cada movimiento de la palanca de una á otra muesca en una estacion, debe producir en el receptor de la otra estacion una señal, no habiendo por tanto tiempo perdido.

Son claras y seguras las señales que con este telégrafo se hacen, y segun *Breguet*, pueden marcarse hasta 240 por minuto; pero tiene el inconveniente de exijir dos hilos, dos pilas y aparatos de doble mecanismo, lo cual aumenta el gasto, las contingencias y el cuidado, sin que la práctica haya hasta ahora demostrado de un modo evidente que todo esto lo compensen ventajas notables, que en otros conceptos lleve este sistema á algunos mas sencillos y económicos (*).

## *Telégrafo alfabético de Breguet, en uso en los ferro-carriles.*

Diferénciase este telégrafo del que acabamos de describir, en que el *receptor* tiene solo una aguja, que señala en un cuadrante ó muestra las letras y los números á medida que el *manipulador* va marcando estos y aquellas al trasmitir las comunicaciones; de modo que estando el aparato bien arreglado, hay siempre exacta coincidencia entre los signos que en el manipulador se marquen y los que el receptor designe. Es el *receptor* una muestra vertical aparente, en la cual vense al rededor en una circunferencia las letras del alfabeto, colocadas de izquierda á derecha segun su órden, mas una cruz entre la *A* y la *Z*, que está señalada en el punto mas alto de la circunferencia; en otra concéntrica aparecen los números desde el cero, que está colocado debajo de la cruz, hasta el que correlativamente corresponde á la letra *Z*, habiendo uno en el radio de cada letra; y una aguja girando al rededor del centro de la muestra, puede sucesivamente detenerse sobre cualquiera de estos

(*) No se ha creido necesaria una lámina especial para esplicar este aparato, porque el mecanismo del receptor es análogo al del aparato alfabético de *Breguet*, que representa la *Lám. IV*.

signos que el manipulador señale, porque el mecanismo interior encerrado dentro de una caja es análogo al que mueve cada una de las agujas del otro telégrafo del mismo autor que hemos descrito, sin mas diferencia que la rueda de escape está dividida de otra manera. Tiene esta rueda cuatro dientes en el telégrafo de dos agujas del Gobierno, por la razon de que cada aguja solo debe hacer ocho señales, y que en cada movimiento anda dicha rueda el espacio de medio diente; pero en el telégrafo alfabético la aguja ha de marcar todas las letras, mas la cruz, y por tanto la rueda necesita tener un número de dientes igual á la mitad de esta suma: siendo de advertir, que habiendo forzosamente de ser entero este último número, el de las letras ha de ser impar, lo cual no siempre acontece, segun el abecedario de la lengua en que se haya de hablar. Duplícase entonces una letra, y asi se ha hecho con la *E* en algunos aparatos construidos para España, porque ya se cuenten la *K* y la *Ñ* ya se supriman ambas letras, como en la *Lám. IV*, lo cual solo ha tenido por objeto indicar el lugar de la *E* duplicada, y no es conveniente, el número de letras es 24 en el primer caso y 26 en el segundo, debiendo la rueda de escape tener en uno y otro respectivamente 13 y 14 dientes.

En la parte superior izquierda de la caja del aparato, y á la vista, aparece una pequeña muestra dividida en 50 partes iguales, en cuyo centro hay un eje cuadrado que puede moverse por medio de una llave, á fin de arreglar la tension del resorte en espiral que sirve para que la paleta de hierro dulce, cuando la corriente eléctrica se interrumpe, vuelva á su posicion inicial y se mantenga en ella; porque dicha tension no puede ser constante, pues tampoco lo es en todas circunstancias la fuerza atractiva del electro-imán.

Finalmente, en la parte superior de la caja hay un boton para mover la aguja independientemente del mecanismo, cuando alguna vez sucede que sus indicaciones no están acordes con las del manipulador. Apretando este boton se toca una palanca que empuja la paleta de hierro dulce, y hace produzca el mismo efecto que si se moviese por causa del electro-iman; pudiéndose de este modo restablecer la coincidencia entre las señales de la aguja y las del manipulador.

Compónese el *manipulador* de un tablero de madera con cuatro pies, sobre el cual está colocado, sostenido por tres columnas, un disco de laton, cuyo canto tiene tantas muescas como letras hay en el alfabeto, mas una, y estas y los números aparecen en dos circunferencias concéntricas, trazadas en el plano superior del disco de derecha á izquierda, de manera que á cada muesca corresponde en la primera de dichas circunferencias un número, y en la segunda una letra ó la cruz, que como ya se ha dicho hay entre la *A* y la *Z*.

Al rededor del centro del disco puede girar una manivela articulada, la cual pone directamente en movimiento una rueda colocada por debajo, en cuyo plano inferior hay una ranura ondulada con tantas sinuosidades como signos están marcados en una de las circunferencias del disco, y en esta ranura encaja el estremo de una palanca que, cuando la rueda jira, tiene por consiguiente un movimiento alternativo ó de oscilacion, del cual participa el otro estremo, viniendo sucesivamente á tocar de uno y otro lado con dos piezas metálicas llamadas de *contacto*. Esta palanca, cuando la manivela está enfrente de la cruz, interrumpe la corriente que viene de la pila, y en cada vuelta completa hace un número de oscilaciones igual á la mitad del de senos ó sinuosidades de la rueda, tocando una vez en cada oscilacion á cada una de las piezas de contacto, con lo cual se establece ó interrumpe la corriente.

En el tablero de madera hay incrustadas ocho planchitas ó piezas de contacto, á las cuales se atan respectivamente los estremos de los hilos que van á los receptores y á las campanillas; y ademas otras dos unidas por un hilo metálico, cuyo objeto es trasmitir ó cortar la corriente de uno y otro lado de la línea, pues el aparato que describimos está construido para poder comunicar con dos estaciones, sin cuya circunstancia bastaria la mitad de todas las piezas de contacto que acabamos de indicar. En cada uno de los dos ángulos anteriores del tablero están colocadas cinco de estas piezas, á saber: dos para el receptor correspondiente, dos para la campanilla, y una para establecer ó romper la corriente; con las cuales puede ponerse en contacto una lengüeta metálica llamada *conmutador*, que se mueve horizontalmente con la mano, y cuyo eje está en comunicacion con el hilo de la línea. Tiene ademas el tablero tres botones

metálicos, á dos de los cuales corresponden los reóforos de la pila, y el otro está en inmediata relacion con la tierra. Finalmente, varios hilos metálicos colocados debajo del tablero, establecen la conveniente comunicacion entre estos botones y las diferentes piezas de contacto. *(Lámina IV, figuras* 1, 2, 3, 4, 5, 6 *y* 7.*)*

Esto sentado se comprende facilmente el juego del manipulador, ora cuando ha de permanecer pasivo para dejar hablar á otra estacion, ora cuando este estado se cambie en activo para trasmitir una comunicacion.

En el primer caso la manivela debe estar enfrente de la *cruz*, ó sea entre la *A* y la *Z*, con lo cual se interrumpe la corriente que viene de la pila; y si el conmutador correspondiente al lado ó parte de la línea que hable está colocado, como debe estarlo, de modo que la lengüeta apoye en la pieza de contacto correspondiente á la campanilla de aviso, vibrará esta, á cuya señal moviendo la lengüeta hasta que toque á la pieza de contacto del receptor, la corriente penetrará en él y la aguja comenzará á marcar.

En el segundo caso, estando la manivela en su posicion inicial, es decir, enfrente de la cruz, si se mueve hasta la muesca de la *A*, por ejemplo, la palanca oscilante cambiará de posicion, y tocando á la pieza de contacto que corresponde á la pila, la corriente pasará al disco metálico por una de las columnas que lo sostienen, bajará por otra, llegará á la pieza de contacto en comunicacion con la línea, y si la lengüeta está colocada sobre esta pieza, la corriente pasará al hilo de la línea y producirá sus efectos en el receptor de la otra estacion, marcando la misma letra *A*, é igual resultado producirá á cada movimiento análogo de la manivela.

Ademas del receptor y manipulador es indispensable, para llamar la atencion de los empleados, que en cada estacion haya una campanilla de aviso, que pueda vibrar por efecto de la corriente eléctrica procedente de otra estacion: y este aparato es por tanto de suma importancia. Sin mencionar el que primero construyó *Breguet*, y algunos otros que se han ensayado y están en uso, indicaremos en breves palabras el mecanismo del que recientemente ha imaginado aquel constructor, y funciona bien

en las líneas francesas y en muchas del estranjero. Compónese de una campana como la de un reló, en la cual por la parte interior puede herir un martillo que oscila al rededor de un eje horizontal y recibe el movimiento de una palanca articulada, y esta de un escéntrico movido por rodaje, el cual á su vez cede al impulso de un muelle recojido en un tambor.

Un fiador convenientemente colocado detiene el movimiento, y cuando este ha de tener lugar para que la campana suene, basta que la corriente eléctrica, penetrando en el aparato, ponga en accion un electro-iman que atrae una paleta de hierro dulce, la cual al moverse hace que el fiador se desprenda y el martillo empiece á golpear, y continue haciéndolo hasta que el fiador vuelva á su puesto por efecto de otro escéntrico, en cuyo caso se restablece el silencio, y no se interrumpe de nuevo hasta que la paleta es atraida por el electro-iman. En el momento que el martillo empieza á golpear aparece en una abertura ó ventanillo que hay en la caja del aparato, y en la parte anterior, una targeta con la palabra *respóndase*. Este mecanismo tiene principalmente por objeto el indicar á los empleados, en caso de ausencia accidental, que han sido llamados; y cuando el aviso ha surtido efecto vuelve la tarjeta á esconderse al mover una llave que sirve para este fin. (*Lám. V, figs.* 1, 2, 3 *y* 4).

No es de este lugar el indicar las precauciones con que se deben manejar los aparatos que se han descrito, para lo cual fuera preciso entrar en minuciosas esplicaciones; únicamente diremos, que la manivela del manipulador ha de moverse siempre en la direccion correspondiente al orden alfabético y nunca hácia atrás, pues aconteceria entonces, que girando la aguja del receptor siempre en el mismo sentido adelantaria de letra en letra, al paso que el manipulador retrogradaria de igual manera, cesando por tanto la coincidencia exacta, que es la principal condicion de estos aparatos.

Cuando una estacion quiere entrar en comunicacion con otra habiendo algunas intermedias, debe ante todo pedir á ellas la *comunicacion directa*, la cual no deben interrumpir hasta que reciban el correspondiente aviso; y para trasmitir este, hay un aparato que se llama *co-*

*municador* (*Lám. V, figs.* 5 *y* 6), que se describe en la ***Esplicacion de las láminas.***

## *Telégrafo alfabético de Siemens.*

Tiene este telégrafo la propiedad de que el mecanismo es á la vez *manipulador* y *receptor*, y de que se mueve por la sola accion de electro-imanes, sin engranajes ni resortes que sirvan de motores.

Una aguja de acero colocada horizontalmente sobre un disco ó tablero tiende á girar continuamente por efecto de una palanca, que oscilando por la alternativa atraccion de un electro-iman, mueve una rueda en cuyo eje está fijada dicha aguja. Por una muy ingeniosa combinacion, una pieza que el autor llama *lanzadera,* por la analogía que bajo cierto aspecto tiene con la que en los telares se usa, se mueve sobre una parte de la palanca misma, y dando alternadamente en dos contactos metálicos, cierra y abre el circuito al compás que la palanca se aparta de los polos del electro-iman ó se aproxima á ellos; y una vez iniciado el movimiento, continua la aguja girando y recorriendo sin detenerse las letras y números, que en circunferencias concéntricas se ven en el disco. Para marcar una letra ó un número debe, pues, detenerse la aguja en una posicion dada, y esto se consigue por medio de otras tantas teclas como letras hay colocadas al rededor del aparato, cada una de las cuales, cuando se aprieta hácia abajo, presenta un tope á una aguja inferior fija en el eje, y que gira por debajo de la otra aguja paralelamente á esta. Páranse por tanto ambas, y mientras dura la detencion cesa tambien el movimiento de la palanca que produce el de la rueda, pero vuelve á continuar cediendo aquella á la accion del resorte que la solicita, cuando se deja de apoyar en la tecla.

Facil es comprender ahora, que si dos de estos aparatos se colocan en un mismo circuito, aunque en distintas estaciones, funcionarán á la par con un perfecto isocronismo, si bien la aguja de una y otra estacion no se detendrá matemáticamente en el mismo instante, por cuanto la que corresponde á la estacion que trasmite se para al tropezar con el obstáculo

que encuentra cuando se baja una tecla, quedando la palanca en la posicion media de la oscilacion, al paso que la de la estacion que recibe, no encontrando obstáculo, no puede pararse hasta que la palanca concluye su oscilacion; pero la diferencia de tiempo es sumamente pequeña, porque si las agujas giran con la velocidad correspondiente á una vuelta por cada dos segundos, harán las palancas respectivas 15 oscilaciones dobles por segundo, y la duracion de cada una será 0″,0667, cuya cuarta parte, 0″,0167, es lo que tardará la palanca de la estacion que recibe en concluir su carrera, desde que su homóloga en la otra estacion queda fija en la posicion media.

Colocados los aparatos de dos estaciones en el circuito, y ejerciendo este á la vez su accion en uno y otro, basta un solo hilo para que, al mismo tiempo que una de las estaciones hable, pueda la otra interrumpirla y hablar tambien á su vez si el servicio lo exijiese, ó no hubiese comprendido bien alguna señal: de modo que se puede establecer y seguir una conversacion entre ambas estaciones sin confusion ni pérdida de tiempo.

Pero aun así, como á medida que las señales aparecen es necesario enterarse de ellas, y apuntarlas ó dictarlas á otra persona que las escriba, haciendo ambas operaciones con suma rapidez, hay el riesgo de equivocarse en una ú otra; contingencia inherente á todos los sistemas telegráficos de señales fugaces: y para evitarla cuando se quiera, el autor ha imaginado un aparato que puede agregarse al que hemos descrito, y es una verdadera imprenta, que estampa las señales á medida que se producen, quedando las letras y las palabras convenientemente separadas. Consiste el mecanismo de este aparato en un eje vertical que se mueve por una combinacion absolutamente igual á la que hace girar la aguja indicadora, el cual arrastra en su movimiento un disco de acero dividido en sectores iguales, y en el estremo de cada uno de estos hay una letra en relieve; de modo que cada sector puede, independientemente de los demás, tener un movimiento vertical de abajo á arriba. El movimiento de oscilacion de la palanca que hace girar al eje, abre ó cierra el paso á la corriente eléctrica que procede de una pila auxiliar, y circula alrededor de un electro-iman de mucha fuerza, el cual mueve un marti-

llo que levanta los sectores á medida que pasan por encima de él; pero es evidente que esto no puede tener efecto sino deteniéndose instantáneamente el disco, porque la masa del martillo y la amplitud de su oscilacion son respectivamente mayores que las que corresponden á la palanca del mismo disco. Necesario es pues que este se detenga lo preciso para que cada sector pueda ceder al empuje del martillo, y esto se consigue por medio de las teclas del aparato situado en la estacion que trasmite, pues con ellas se para sucesivamente la aguja en dicha estacion en cada una de las letras que se quiere señalar, y en la otra estacion se detiene sobre el martillo el sector en que está la misma letra. Obra entonces aquel por la accion del electro-iman temporal, y empuja hácia arriba la letra en relieve, la cual oprimiendo una tira de papel contra un rodillo tiznado con tinta espesa, deja en dicha tira marcada su estampa.

El rodillo, que es de hojas de papel colocadas de canto, fuertemente apretadas y torneadas, tiene un movimiento circular en virtud del cual arrastra la tira de papel al tiempo mismo que gira, y otro lateral para que las letras aparezcan en renglones sin sobreponerse unas á otras. Ambos movimientos los produce la intermitente accion del electro-iman, y además pone en juego una palanca que al final de cada palabra toca una campanilla, lo cual acontece, porque en la estacion que trasmite se pulsa entre una y otra palabra una de dos teclas sin letra que contiene el disco, y como á cada una de dichas teclas corresponde un sector tambien sin letra, el movimiento del martillo tiene entonces mayor amplitud que cuando empuja á los sectores con relieve, y la palanca indicada goza á su vez de mas libertad en su carrera, por depender esta de la del martillo, pudiendo llegar á la campanilla, que solo en tal momento está á su alcance.

Tiene tambien este telégrafo una campanilla de aviso, que se diferencia de la de *Breguet* y de otras en que su mecanismo no contiene tampoco rodajes ni resortes motores. Consta de un electro-iman, que mueve una palanca con la cual está unido el martillo de la campanilla, y de una lanzadera de distinta forma que la que hay en el aparato telegráfico, la cual sirve como en este para abrir y cerrar el paso á la corriente eléctrica.

Colocado tal mecanismo en el mismo circuito que el telégrafo, funciona antes que este cuando una estacion quiere hablar con la otra, porque los resortes que equilibran la accion de los electro-imanes sobre las palancas ó paletas tienen tensiones distintas, siendo la del correspondiente á la campanilla mucho mas débil que la del aparato telegráfico. Asi se verifica que este permanece inactivo mientras la campanilla suena, y no comienza á funcionar hasta que el mecanismo de esta última se quita del circuito.

## *Aparatos de refuerzo.*

Tienen estos por objeto poner en accion las pilas de las estaciones intermedias, y abrir y cerrar los circuitos parciales que asi resultan al tiempo mismo que se abre ó cierra el que nace en la estacion que trasmite.

Llámanse *relais* en el lenguaje telegráfico francés, sin duda por la analogía que en el servicio tienen con las paradas ó casas de postas, puesto que su objeto esencial es remediar la falta de intensidad por la distancia y el incompleto aislamiento, ó por circunstancias atmosféricas; y los hemos designado con el nombre de aparatos de *refuerzo*, porque real y verdaderamente el efecto que producen es subsanar las pérdidas de la corriente por las causas indicadas, sustituyendo unas pilas á otras; habiendo preferido esta denominacion á la de aparatos de *auxilio*, porque esta última, además de ser vaga, tiene ya una significacion propia para designar los que se emplean esencialmente con el fin de pedir socorro en los ferro-carriles.

*Wheatstone* fue de hecho el que primero concibió la idea de estos aparatos, cuya invencion reclaman á la vez *Morse* y *Breguet*, si bien el que primero construyó hubo de ser desechado por los inconvenientes que tenia el uso del mercurio. Los que despues se han imaginado consisten generalmente en un electro-iman que entra en accion por la influencia de la corriente que viene de la estacion que trasmite, el cual atrae una pieza de hierro unida á uno de los reóforos de la pila intermedia, y esta pieza al moverse, y antes de llegar á los polos del eléctro-iman,

tropieza con otra metálica á la cual va á parar el otro reóforo; siendo evidente por tanto, que al verificarse el contacto se cerrará el circuito de la pila intermedia, y que se abrirá cuando, rompiéndose el de la estacion que trasmite, cese el electro-iman de ejercer su accion atractiva. Pero el aparato puede tambien disponerse de modo que cuando se cierre este último circuito se abra el de la pila intermedia, pues basta para ello que el contacto de la pieza de hierro atraida y de la que comunica con el otro reóforo se verifique durante el período de tiempo que tarda la primera en volver á su posicion inicial, cuando cesando la corriente en el electro-iman pierde este su eficacia.

Fúndase esencialmente en el mismo principio la construccion de los varios aparatos de refuerzo que se conocen, diferenciándose tan solo unos de otros en la forma y disposicion de las piezas de su mecanismo; y es fácil comprender, que de una á otra estacion puede formarse un circuito parcial, obedeciendo todos á la intermitencia del primero y concurriendo á la par á la trasmision de las señales, puesto que esta consiste únicamente en interrumpir y rehacer la corriente.

## *Consideraciones generales sobre los aparatos telegráficos.*

Hemos descrito únicamente los aparatos que están mas en uso, porque no podia ser nuestro propósito esplicar todos los que se han inventado, ni nos ha parecido oportuno por no alargar mas este informe, ya quizá demasiado prolijo, hacer especial mencion de algunos que, aunque de reconocido mérito y de muy ingeniosa construccion, no están hoy dia generalizados. En este caso se encuentran el telégrafo magneto-eléctrico de *Steinheil;* el de cuadrante de *Kramer* con rodaje y escape movido por un electro-iman que necesita una pila auxiliar; ni el de *Stoehrer*, tambien de cuadrante y de corriente inducida, y finalmente el de cuadrante sin rodaje y con teclado recto de *Froment*, que tantos elogios ha merecido de las personas competentes que lo han examinado. No por esto fuera justo deducir que tales aparatos son menos perfectos que otros mas en uso, ya por su antigüedad, ya por una preferencia debida á circunstan-

cias especiales; pero dentro de los límites del cuadro que nos hemos trazado no cabia comprender sino los aparatos que hoy dia funcionan en las grandes líneas telegráficas, y por tal motivo hemos debido tambien abstenernos, aunque con sentimiento, de hablar con justo encomio, así de las mejoras propuestas por el profesor *Gloesener* de Lieja, como de los aparatos que construyó *Mr. Lippens* con el fin de suprimir las pilas y emplear solo corrientes de induccion.

La telegrafía eléctrica está sin duda lejos todavía de haber llegado á su perfeccion, siendo de creer que progrese de dia en dia á favor de nuevos adelantos; pero es indispensable que la esperiencia los califique y sancione, y entretanto parece prudente atenerse á lo que ya ha enseñado, sin rehusar por ello admitir á prueba cuanto pueda conducir á atenuar las contingencias que perturban ó interrumpen las comunicaciones, ó á que se aumente la celeridad de estas, sin las equivocaciones que producen confusion y pérdida de tiempo (1).

Difícil, ó mas bien imposible, es calificar hoy dia correlativamente los aparatos que hemos descrito; porque aun dado que se pudiese prescindir de su diversa construccion, y apreciar bien sus ventajas é inconvenientes, habria de ser necesario, para hacerlo, poseer ciertos datos numéricos, mas dignos de confianza que los que contienen los documentos hasta ahora publicados, los cuales naturalmente se resienten, ó del espíritu de predileccion que tiende siempre á encomiar las obras propias y á rebajar las agenas, ó de la natural tendencia á preferir rutinariamente ó por motivos de amor propio lo que se conoce y practica, á lo que aun ofreciendo ventajas, exije cambiar hábitos adquiridos, ó modificar añejas y arraigadas opiniones. Así se ven consignados en las obras impresas pareceres distintos y aun contradictorios sobre los mis-

---

(1) Las comunicaciones telegráficas de Bélgica con Francia é Inglaterra esperimentaron el dia 22 de este mes (*diciembre de* 1854) un notable desconcierto, á tal punto que durante muchas horas seguidas no fué posible hacer ninguna trasmision de *París* á *Valenciennes*, de *Londres* á *París* y de *Bruselas* á *Ostende*; y el discurso de la Reina de Inglaterra al abrir el Parlamento, que en todas partes se esperaba con gran impaciencia, llegó con el atraso debido á esta general interrupcion.

mos aparatos, y se observa tambien que los empleados de las líneas telegráficas dan generalmente la preferencia al que manejan sobre todos los demás, aun sin haberlos ensayado, y sin tener de ellos una completa idea. En la imposibilidad, pues, de formar un juicio exacto y decisivo, á falta de suficiente número de esperimentos comparativos, hechos con método y sobre todo con imparcialidad, durante un período de tiempo bastante largo para apreciar la influencia de circunstancias accidentales, nos limitaremos á reasumir los hechos peculiares de cada sistema que conviene tener presentes en la práctica.

En Inglaterra, el aparato hoy dia mas generalizado es el de dos agujas de *Cooke* y *Wheatstone*, y en algunos ferro-carriles se usa el de *Bain*. El primero tiene la ventaja de ser sumamente sencillo y de fácil manejo, pudiendo el que trasmite cerciorarse por sí mismo de las señales que hace, pues las agujas que tiene delante las van marcando al tiempo mismo que las repiten las agujas de la otra estacion. No exije tal aparato, por carecer de electro-imanes, una corriente tan intensa y constante como estos requieren para vencer la resistencia de los resortes antagonistas, y puede por tanto funcionar con pilas de arena, de fácil y cómodo manejo, que no sirven, por insuficientes, para los otros aparatos. Pero en cambio de estas ventajas tiene varios inconvenientes, que son:

1.° Ser sumamente sensible á las influencias eléctricas de la atmósfera, por lo cual se confunden, perturban ó interrumpen las comunicaciones, inutilizándose las agujas, que es necesario reemplazar ó imantar de nuevo: defecto que puede ser de graves consecuencias en la trasmision de noticias políticas ó bursátiles, ó de órdenes urgentes en momentos críticos.

2.° Exijir una destreza suma para hacer las señales con velocidad y sin equivocaciones, si bien la esperiencia acredita que los empleados, sobre todo los de pocos años, pueden adquirirla, identificándose hasta cierto punto con el aparato como si formasen parte de él. Pero á pesar de esto, en ciertas líneas, como en las de los ferro-carriles, en que á veces es indispensable en momentos de urgencia que personas poco acostumbradas al manejo de los aparatos hagan las señales, el inconve-

niente indicado puede ser muy trascendental, y por tanto se prefieren generalmente en tales casos los aparatos alfabéticos.

3.° Necesitar un hilo para cada aguja, lo cual, además de acrecer el gasto, es causa á veces, cuando los hilos se tocan accidentalmente ó durante algun tiempo, de que las comunicaciones se confundan ó interrumpan, si bien á falta de uno de los hilos es posible, á favor de un mecanismo supletorio, hacer las señales con el otro y con ambas agujas, como lo es tambien que una sola pila sirva para los dos hilos.

El telégrafo de *Bain* tiene la ventaja de poder marchar con gran rapidez una vez puesto en movimiento, y de dejar escrita la comunicacion con signos convencionales; pero exije dos prévias preparaciones, á saber, la del papel químico, y la del que se coloca recortado en el aparato de trasmision: inconvenientes de no gran importancia si se quiere, y que los resultados pueden compensar en muchos casos; pero aun así, parece que algunas veces no quedan los puntos ó trazos suficientemente marcados.

Usanse en Francia los aparatos de *Breguet;* el de aspas de doble aguja en las líneas del Estado (1), y el alfabético en los ferro-carriles. El primero exije una pila, un hilo y un manipulador para cada aguja, y tiene además de este inconveniente el de todos los aparatos en que funcionan electro-imanes y resortes antagonistas, que es exijir una corriente bastante eficaz para vencer la resistencia propia del mecanismo, además de la que procede de los conductores; y como la resistencia de los resortes es constante una vez arreglada la tension, y la corriente es de suyo variable por varias causas, resulta que, para establecer la debida relacion entre la intensidad de esta y la resistencia que ha de vencer, hay que observar las variaciones que ocurran, aumentar ó disminuir el número de pares activos de las pilas, y templar los resortes, acreciendo ó disminuyendo su fuerza, lo cual exije suma atencion y cuidado, so pena de que los aparatos no marchen bien. Este defecto, que á veces puede ser causa de que el electro-iman no alcance á vencer la resistencia del resorte y no marquen las agujas, ha tratado de correjir-

(1) A estos aparatos se sustituyen actualmente los de *Morse*.

lo el profesor *Gloesener* de Lieja, sustituyendo á la accion del resorte otro electro-iman igual al existente, y colocando entre ellos una paleta imantada que oscile entonces bajo la influencia alternativa de dos fuerzas iguales; pero no tenemos noticia de que en los aparatos franceses se haya hasta ahora introducido esta mejora.

Tal como es el llamado del Estado ó de *Foy-Breguet*, ha sido objeto de críticas acerbas, aunque exajerándose sin duda sus defectos; y si la cuestion científica no se hubiese complicado desde el principio con otras de amor propio y de orgullo nacional, originándose un conflicto en el cual surgió la singular idea de remedar el telégrafo de *Chappe*, tal vez se habria adoptado desde luego el sistema inglés de dos agujas. La verdad es, que la duplicada complicacion del telégrafo *Foy-Breguet* no da mejores resultados que otros aparatos mas sencillos; pero tambien es cierto que las señales son claras y bien determinadas, que puede marchar con bastante velocidad, puesto que en un minuto se hacen hasta 240 señales; y finalmente, que dejando á quien corresponda la responsabilidad del sistema adoptado, *Breguet*, como constructor, ha resuelto el problema que se le propuso con su acostumbrada maestría.

El telégrafo llamado de cuadrante ó alfabético del mismo autor, es de mas fácil manejo, y solo exije un hilo y una pila, habiéndose adoptado por tal razon en todas las líneas de ferro-carriles franceses, y en muchas de otros estados. Como ya hemos esplicado, el mecanismo del receptor contiene un electro-iman y un resorte antagonista, y por tanto adolece del mismo defecto indicado en el telégrafo de *Foy-Breguet*.

Al decir de este último y de otras personas que han ensayado el aparato de que hablamos y el de dos agujas de *Cooke* y *Wheatstone*, no cede el primero á éste en velocidad, pudiendo señalar ambos en un mismo tiempo igual número de palabras. Por lo demás, está fuera de duda que el aparato francés lleva ventaja al inglés, en no exijir, como éste, pilas é hilos dobles; y si bien el primero requiere una corriente eléctrica mas intensa que el segundo, y ha menester de pilas de *Daniell*, por la misma razon se halla menos espuesto que este último á desconcertarse, por causa de las influencias atmosféricas.

Usanse en Prusia los telégrafos de *Siemens* y el de *Kramer;* en

Austria los de *Bain* y *Morse;* y en Sajonia y Baviera el de *Stoehrer*, á escepcion de la línea de *Munic* á *Nantorf,* en que se emplea el de *Steinheil.*

El aparato de *Siemens* exije, como ya hemos esplicado, un solo hilo, y funciona bien, aunque no con gran velocidad (1); pero para esto es necesario que los electro-imanes y los resortes estén graduados con sumo cuidado, lo cual requiere inteligencia y esmero, por cuyo motivo, en sentir de *Steinheil,* cuya opinion es de mucho peso en la materia, son poco á propósito para los ferro-carriles, siendo en su concepto mas convenientes los de induccion de *Stoehrer*. El aparato de *Morse* con el de refuerzo da muy buenos resultados, segun el mismo autor, y lleva gran ventaja en velocidad al de *Siemens* y á todos los que en Alemania se usan, además de dejar consignadas gráficamente las comunicaciones, evitándose de este modo los errores que puede cometer en otros casos el empleado que recibe las señales.

Por estas razones, opina *Steinheil* que merece la preferencia para el servicio del Gobierno y del comercio; pues los inconvenientes que se le achacan, que son exijir un estudio prévio para trasmitir y leer las señales, y necesitar mas estaciones y pilas de mayor energía que otros, los compensan ámpliamente los buenos resultados que se obtienen.

El telégrafo de cuadrante de *Kramer* y los de *Geiger* y *Stacher* son asimismo de lento efecto en compensacion del de *Morse,* y por tal razon solo se hace uso de ellos en líneas de corta longitud.

En Bélgica, por causa de tener que estar en comunicacion con Inglaterra y todos los Estados limítrofes, hanse tenido que adoptar los principales aparatos conocidos, y todos ellos funcionan á la par del modo siguiente (2).

---

(1) En 1849 se necesitaron siete horas para trasmitir el discurso del Trono desde *Berlin* á *Francfort* por el aparato de *Siemens*, y con el de *Morse* se hizo la misma trasmision en setenta minutos. Segun *Steinheil*, la velocidad de este aparato es seis veces mayor que la de aquel.

(2) Despues de escrito este informe se ha adoptado en Bélgica el aparato de *Morse* para las comunicaciones internacionales, y ha sustituido á todos los que antes servian para el mismo fin.

El de *Cooke* y *Wheatstone*, para la correspondencia de *Bruselas* con *Amberes, Gante, Ostende* y *Londres.*

El de *Morse*, en la línea de *Bruselas, Lieja* y *Verviers*, para la comunicacion con Alemania y Holanda.

El de *Foy-Breguet*, en las líneas de Francia.

El *alfabético* de *Breguet*, para la correspondencia entre las estaciones intermedias de los ferro-carriles que están en relacion directa con las líneas francesas.

El de *Lippens*, para las relaciones de las estaciones intermedias entre sí.

Este último aparato es solo conocido en Bélgica, y su autor acaba de perfeccionarlo, y trata ahora de hacerlo marchar por corrientes alternativas producidas por imanes de acero, suprimiendo del todo la pila. Tal como hoy dia se usa sirve para el objeto á que se aplica; pero conviene aguardar el fallo de la esperiencia acerca de las innovaciones que su autor intenta realizar.

En los Estados-Unidos, el aparato de *Morse* es el que en las inmensas líneas telegráficas que cruzan aquella dilatada region está mas en uso, siendo preferido á los de *Bain* y *House*, que tambien funcionan en algunas de ellas.

Finalmente, en España se ha adoptado el aparato alfabético de *Breguet* en los ferro-carriles de Madrid á Aranjuez y de Jerez al Puerto de Santa María, así como desde Bilbao á Portugalete, y el de *Cooke* y *Wheatstone* en las líneas que hasta ahora se han construido por cuenta de la nacion (1).

La Academia, Excmo. Señor, cumplido ya su principal objeto del modo que le ha sido posible, ateniéndose á los hechos conocidos, se abstiene de mencionar otros, muy importantes sin duda, pero de índole puramente administrativa, por creerlos agenos de su competencia, si bien es de sentir que para obtener todo el fruto posible de la telegrafía eléctrica es indispensable que sea el público quien participe de sus ven-

---

(1) Con arreglo á lo recientemente dispuesto por el Gobierno, va á sustituirse en las líneas nacionales el aparato de *Morse* al de *Cooke* y *Wheatstone.*

tajas con facilidad y á poca costa, evitándose las funestas consecuencias que produce el monopolio, en todo lo que concierne al bien general, cuando cabe conciliar con éste, de un modo conveniente, lo que exijir pueda en circunstancias dadas el buen gobierno de la nacion.

Madrid 29 de diciembre de 1854.=*Vicente Santiago Masarnau.*=*Manuel Rioz y Pedraja.*=*Pedro Miranda.*



# ESPLICACION DE LAS LAMINAS.

## LAMINA I.

### Pila de Daniell.

### *Figuras* 1 *y* 2.

Representan estas figuras dos elementos de dicha pila. Consta cada uno de un vaso cilíndrico de vidrio *V*, de otro asimismo cilíndrico de tierra porosa *P*, y de un cilindro de zinc *Z*, que tiene $0^m,015$ de grueso. El vaso de vidrio está lleno de agua hasta la distancia de 1 centímetro del borde superior; el vaso poroso contiene una disolucion de sulfato de cobre, y el cilindro de zinc está sumerjido en el agua que hay entre uno y otro vaso, en comunicacion con la disolucion de sulfato de cobre del elemento siguiente por medio de una tira de cobre *C*, que tiene en su estremo un diafragma agujereado *D*, en el cual se colocan de 15 á 20 gramos de sulfato de cobre en cristales para que la disolucion esté siempre saturada, á cuyo efecto se mantiene el nivel de ésta á $0^m,02$ por encima del diafragma.

Diez á quince elementos de esta pila bastan generalmente para la trasmision de las señales á 160, 200 y aun á 300 kilómetros; pero la dotacion de cada estacion es las mas veces de 28 elementos.

La regularidad de la corriente eléctrica depende de que se mantenga á la misma altura el nivel del agua en el vaso de vidrio, y de que la disolucion de sulfato de cobre esté siempre uniformemente saturada, á cuyo efecto debe atenderse á reponer los cristales de esta última sustancia, pero evitando con sumo cuidado que no caiga ninguno en el vaso de tierra, porque en tal caso se produciria una corriente contraria que menguaría la energía de la pila.

Por efecto de la descomposicion del sulfato se precipita cobre metálico sobre el diafragma y la tira del mismo metal que le sostiene; y á fin de evitar que se pegue al vaso poroso, debe tenerse cuidado de hacer dar vuelta á este todos los dias al limpiar la pila.

Fórmase tambien ácido sulfúrico, que atravesando el vaso poroso se combina con el zinc, produciendo sulfato de este metal que se disuelve en el agua; pero la evaporacion que tiene lugar en la parte superior da lugar á la formacion de cristales que salen fuera del vaso, y por efecto de su capilaridad producen gotas de agua que mojan el tablero que sostiene la pila, el cual en tal caso adquiere la propiedad de ser conductor de la electricidad. Es por tanto indispensable, á fin de evitar este inconve-

niente, que se quiten los cristales de sulfato de zinc á medida que se forman, y que se conserve siempre el tablero perfectamente seco.

Acontece á menudo que la tira de cobre que establece la comunicacion de un elemento con otro se corroe poco á poco y acaba por cortarse, en cuyo caso debe ponerse otra nueva; pero si no fuese dado hacerlo en el acto, se tendrá cuidado de sumerjir en el líquido la parte que haya quedado, con lo cual no se interrumpirá la comunicacion.

## Brújula ó galvanómetro.

### *Figuras 3 y 4.*

*PP*. Peana de madera.

*MM*. Multiplicador de 50 á 60 vueltas de alambre cubierto de seda.

*AA*. Aguja imantada colocada dentro del cerco del multiplicador, y sostenida por una punta fija de acero.

*BB*. Aguja de cobre colocada perpendicularmente á la de acero, y cuyo estremo señala los grados de desviacion en un arco metálico ó limbo graduado desde 0° á 40°.

*p*. Punta, cuyo objeto es impedir que la aguja salga del arco metálico.

*TT*. Tornillos, que sirven para colocar la brújula en el circuito, asegurando los alambres de éste en los agujeros de las piezas metálicas *o o*, á las cuales van á parar los estremos del hilo del multiplicador.

Cuando la corriente eléctrica no pasa por el multiplicador, la aguja imantada debe mantenerse en posicion paralela á los hilos de éste, y la aguja de cobre por consiguiente ha de coincidir con el *cero* del arco graduado. Asi que la corriente pasa por el multiplicador la aguja imantada se desvía, y la de cobre señala en el limbo el número de grados que mide la intensidad de dicha corriente.

## Regulador de pila.

### *Figuras 5 y 6.*

*D D*. Disco de madera.

*B B B*. Botones metálicos, con sus respectivas piezas de contacto *c c c*.

E. Eje central, al rededor del cual puede girar la lengüeta de cobre *l* por medio de la manivela *M*.

*b'* Boton metálico en comunicacion con el eje, y al cual se ata el hilo que debe conducir la corriente.

Los botones *B B B* están respectivamente en comunicacion con un cierto número de elementos de la pila, y colocando por tanto la lengüeta *l* en contacto con cada uno de ellos, se obtendrá una corriente de mayor ó menor intensidad.

## Aisladores ingleses.

### *Figuras* 7 *y* 8.

*C.* Cruceta ó travesaño de madera.
*B.* Brida ó gatillo de hierro forjado, que sirve para sujetarla al poste.
*AA.* Aisladores de barro cocido que se sujetan á la cruceta por medio de las espigas *cc*, cuyas cabezas están embebidas en los mismos aisladores, y aseguradas con plomo ó azufre.
*SS.* Sombreretes de zinc que se interponen entre los aisladores y la cruceta, á cuyo efecto tienen en el centro de la parte superior un agujero por donde atraviesa la espiga respectiva.

## Aisladores franceses.

### *Figuras desde la* 9 *á la* 16.

Figuras 9 y 10. *Aislador de campana.*
*P.* Pieza de porcelana con dos orejas agujereadas, por donde pasan los tornillos de rosca de madera que la fijan en el poste.
*G.* Espiga de hierro galvanizado, de 7 milímetros de diámetro, terminada por la parte inferior en forma de gancho en espiral, para recibir el alambre é impedir que éste se salga, y cuya cabeza ó parte superior queda embebida en la pieza de porcelana en un hueco que se deja en la misma, y que se llena despues de introducida la espiga con azufre derretido, solo ó combinado con limaduras de hierro cuando se desea obtener mayor resistencia. El hueco que se deja en la porcelana es de forma rectangular, de modo que por él se introduzca con holgura la espiga de hierro, y que haciendo girar ésta de un ángulo recto no pueda salirse, quedando cojida la cabeza en la cavidad superior del hueco.

Figuras 11 y 12. *Aislador de porcelana con hendidura, para los ángulos.* Se sujetan á los postes con dos tornillos de rosca de madera que pasan por los agujeros que se ven en las figuras, y se colocan siempre de modo que la resultante de la tension del alambre trabaje sobre el poste oprimiendo el aislador.

Figuras 13 y 14. *Aislador de porcelana con ojo circular, para los ángulos.* Empléase con el mismo fin que el anterior, y debe colocarse de igual manera; pero ofrece el inconveniente de que si rompe, lo cual en verdad acontece raras veces, no puede reemplazarse con otro de igual forma sin desatar el alambre para pasarlo por el ojo. En cambio tiene la ventaja, comparado con el de hendidura, de que el alambre no puede salirse como en este último.

Figuras 15 y 16. *Poleas de porcelana para los cambios de direccion en las estaciones, y para atar los alambres al frente de las mismas.* Se sujetan á los postes y á las palomillas de madera adosadas á las paredes por medio de un pasador que entra por el agujero central. Las ataduras se hacen como espresa la *figura* 15.

## Aisladores prusianos.

### *Figuras* 17, 18 *y* 19.

Figura 17. *Aislador sostenido por palomilla.*

*C*. Campana de porcelana, terminada esteriormente por una perilla con hendidura, en la cual se coloca el alambre, atándolo con otra mas delgada que se asegura en la garganta.

*P*. Palomilla de hierro forjado para sostener la campana, que se fija al poste por medio de uno ó mas tornillos de rosca de madera, y á veces con un aro ó abrazadera tambien de hierro.

Figuras 18 y 19. *Aisladores de porcelana que se colocan en el estremo superior de los postes.* El primero se emplea para atar y retener el alambre, y en los ángulos muy marcados, y el segundo en los demás casos; quedando el alambre sostenido en la ranura de la perilla, y atado con una ligadura de otro mas delgado que pasa por el ojete que se ve en la figura.

## Tensor doble (sistema francés).

### *Figuras* 20 *y* 21.

*C*. Campana de porcelana, en la cual se empotra con azufre y limaduras de hierro la espiga *e* de hierro que sostiene el tensor.

*H*. Doble horquilla de palastro, que se asegura en la espiga *e* con el pernio *f*.

*T T*. Tornos de hierro colado, que pueden girar por medio de una llave ó manubrio que se aplica al estremo cuadrangular *g g* de cada uno de sus ejes. Perpendicularmente á éstos tienen aquellos dos taladros *h h* que los atraviesan de una á otra parte, por los cuales se introduce el alambre, y este se enrosca y atiranta, ó se desarrolla y estiende, segun se hagan girar los tornos á uno ú otro lado.

*R R*. Ruedas dentadas fijas en los ejes de los tornos, en las cuales se apoyan los fiadores *i i*, impidiendo la rotacion asi que se ha templado el alambre del modo conveniente.

Todas las piezas de hierro deben estar galvanizadas.

## Tensor simple (sistema belga).

### *Figuras* 22, 23, 24, 25 *y* 26.

Figuras 22 y 23. *Proyecciones verticales de uno y otro costado.*

Figura 24. *Proyeccion horizontal.*

Figuras 25 y 26. *Proyecciones verticales de uno y otro estremo.*

*C.* Caja de hierro forjado, abierta de arriba á abajo por uno de los costados, segun se ve en las *figuras 23 y 24*, y con dos hendiduras *a a* en los estremos, que llegan hasta la mitad del ancho, y están colocadas la una hácia abajo y la otra hácia arriba.

*T.* Torno de hierro colado, abierto diametralmente, así como lo está su eje, en parte de su longitud. La parte abierta del eje se introduce y apoya en el costado de la caja de hierro, que tambien está hendido de modo que en determinada posicion del torno, la abertura de este y de su eje y la de la caja coinciden exactamente. La opuesta parte del eje atraviesa el otro costado de la caja.

*R.* Rueda dentada, montada fijamente sobre el eje, en la cual se apoya el fiador *f* para impedir el retroceso del torno cuando se hace girar éste por medio de una llave ó manubrio que se aplica á la parte saliente del eje.

Atado el alambre en el correspondiente poste de retencion, se introduce en el tensor, colocando éste de modo que las aberturas de la caja y del torno coincidan horizontalmente, hecho lo cual se vuelve el tensor hasta que siente sobre el alambre, pasando éste por las hendiduras de los estremos; y haciendo entonces girar el torno, el alambre se enroscará en él, moviéndose al mismo tiempo el tensor hácia el poste, lo cual debe tenerse presente al tiempo de la colocacion, dejando cierta distancia entre uno y otro. Haciendo girar el torno en sentido contrario se afloja el alambre, y el tensor se aparta del poste.

Todas las piezas de que se compone este mecanismo deben estar galvanizadas.

## LAMINA II.

## Aparato de Morse.

---

Figura 1.ª *Proyeccion vertical anterior.*

*A.* Receptor; *B.* Aparato de refuerzo. *C.* Brújula.

Figura 2.ª *Proyeccion horizontal.*

Figura 3.ª *Proyeccion lateral del receptor, segun a b.*

Figura 4.ª *Corte por la línea a d del aparato de refuerzo y del rodaje.*

Figura 5.ª *Proyeccion vertical del manipulador.*

Figura 6.ª *Proyeccion horizontal del mismo.*

El aparato se compone esencialmente: 1.° del *receptor* propiamente tal, que consta de un electro-imán que mueve una palanca, la cual marca las señales en una tira de papel, y de un rodaje que gira á impulso de un muelle real encerrado en un tambor, ó de un contrapeso, y tiene por objeto hacer pasar la tira de papel por debajo de la palanca; 2.° del *aparato de refuerzo* para romper ó cerrar el circuito de la pila local que pone en accion el electro-imán del receptor; 3.° del *manipulador ó llave.*

En el aparato que se va á describir, construido en París por *Mr. Mouilleron*, está todo esto montado sobre un mismo tablero, que contiene tambien la brújula; pero además difiere de los de otros constructores en algunos detalles de ejecucion, y seña-

ladamente en la manera de mover el rodaje, sustituyendo la accion de un muelle á la del contrapeso que se usa generalmente, y ofrece en la práctica graves inconvenientes. A pesar de estos, todavía la sustitucion indicada tiene muchos adversarios, y así se esplica que haya aparatos movidos de una y otra manera, que funcionan, al decir de los constructores y aun de los mismos telegrafistas, de un modo satisfactorio. En el estado actual de la cuestion, y hasta que nuevos adelantos la decidan definitivamente, no cabe afirmar que el aparato de *Morse*, tal como lo construye *Mr. Mouilleron*, lleve señalada ventaja á los de los hábiles constructores *MM. Laumain* y *Breguet*, como tampoco que les sea inferior; pero nos hemos decidido á representarlo en esta lámina, porque hasta ahora no se ha publicado, al paso que los últimos han sido dados á conocer en una obra reciente de los Sres. *Miege* y *Ungerer*. Asi las personas entendidas podrán compararlos, y formar juicio del modo que es posible hacerlo sin tener muy en cuenta los resultados de una larga esperiencia.

### RECEPTOR PROPIAMENTE TAL.

*E E*. Doble electro-iman vertical.

*e e*. Cilindros de hierro del mismo.

*F F*. Palanca que gira sobre el eje *o*. Lleva en su estremo anterior la paleta *ff*; en el posterior el puntero de tornillo *g*, que sirve para marcar las señales en el papel; y por debajo el codillo *h*. Una parte de esta palanca queda oculta por la platina *i i*. El eje *o* puede tener un movimiento de traslacion lateral por medio de los tornillos *k k*, á fin de poder arreglar convenientemente la posicion del puntero *g*.

*G*. Resorte en espiral, que se sujeta por una parte á la palanca *F F*, y por otra al tornillo *H*, por medio del cual puede aumentarse ó disminuirse su tension. Sirve este resorte para hacer que la palanca vuelva á su posicion inicial, y se mantenga en ella cuando cesa la accion del electro-iman.

*I I*. Tornillos que sirven para arreglar la amplitud de las oscilaciones de la palanca.

*O*. Cilindro, en el cual está encerrado el muelle real que da movimiento al rodaje *R* (*fig.* 4).

*m m*. Volante de paletas para regularizar el movimiento de este mecanismo.

*n*. Palanca para detener el movimiento del rodaje cuando el aparato no ha de funcionar.

*Q Q*. Cilindros que por efecto del rodaje giran en sentido contrario, y entre los cuales pasa sucesivamente la tira de papel enrollada en el tambor *S* para recibir la accion del puntero. El costado anterior del tambor *S* puede desmontarse con solo mover de izquierda á derecha la platina *p*, que entonces sale de los dos botones *q q* que la contienen.

*V V*. Cilindros que unen las tres platinas verticales *r r r*.

*L*. Tornillo al cual viene á parar, pasando por el manipulador, la corriente de la línea, y que está en comunicacion con otro *N*, que á su vez lo está por una espiral de alambre con el hilo del manipulador inmediato, correspondiente al aparato de refuerzo.

*T.* Tornillo en relacion con la tierra y con el *N'*, que tambien lo está con el hilo del otro multiplicador del aparato de refuerzo.

*Z.* Tornillo correspondiente al hilo que viene del polo zinc ó *negativo* de la *pila local*, en relacion con el tornillo *U*, que á su vez lo está con el multiplicador inmediato del receptor por una espiral de alambre.

*C.* Tornillo correspondiente al hilo que viene del polo cobre ó *positivo* de la *pila local*, que está en comunicacion con la paleta del aparato de refuerzo.

*P.* Tornillo que está en comunicacion con el *I* de la izquierda.

*K.* Tornillo en relacion con el *I* de la derecha.

*M.* Tornillo en relacion con el soporte metálico del receptor.

*U'.* Tornillo que comunica por una espiral de alambre con el multiplicador inmediato del receptor.

## APARATO DE REFUERZO.

*E' E'.* Doble electro-iman horizontal.

*e' e'.* Cilindro de hierro del mismo.

*f'.* Placa de hierro que los une.

*g'.* Tornillo para moverlos horizontalmente hácia atrás ó adelante.

*h' h'.* Placa de hierro, que con la interposicion de los calzos *n'* de marfil, oprime sobre los carretes mediante los tornillos *k' k'*, á fin de que éstos permanezcan fijos cuando por medio del tornillo *g'* se muevan los cilindros interiores de hierro.

*P'.* Paleta de hierro dulce que gira sobre el eje *o' o'*, el cual está sostenido por una barra metálica con dos codillos, separada de la columna *C'* por una pieza de marfil. La parte inferior de la paleta se apoya contra el tornillo *t'* cuando, estando inactivo el electro-iman, tira de la parte superior el resorte en espiral *r'*, que se gradúa segun convenga haciendo girar el tornillo *S'*, en el cual se enrosca el hilo unido al resorte.

*Q'.* Tornillo en que apoya la parte superior de la paleta cuando gira atraida por el electro-iman. La columna *C'* está en relacion con el tornillo *U'* del receptor.

*u'.* Comunicacion metálica entre la barra que sostiene el eje de la palanca y el polo *positivo* de la pila local.

## MANIPULADOR Ó LLAVE.

*Q.* Palanca de cobre que gira sobre la pieza *x* del mismo metal, en comunicacion con el hilo de la línea.

*R.* Pomo de marfil, madera ó cualquiera otra materia no conductora.

S. Tornillo que atraviesa la palanca *Q*, y descansa sobre la pieza *y*, en comunicacion con el doble electro-iman del aparato de refuerzo.

*T.* Resorte cuyo objeto es empujar hácia arriba la parte anterior de la palanca, de modo que el estremo del tornillo *S* toque á la pieza *y*.

*U.* Yunque metálico en comunicacion con el polo positivo de la pila general.

*z.* Boton metálico que toca al yunque *U* cuando baja la palanca *Q* al empujar hácia abajo el pomo *R*, pasando entonces la corriente de la pila general desde el yunque *U* á la pieza *x*, y por consiguiente al hilo de la línea.

Cuando la palanca *Q* está en la posicion horizontal, la corriente de la línea que llega á la pieza *x* pasa por el hilo metálico indicado en la figura á la pieza *y*, y por consiguiente al doble electro-iman del aparato receptor.

*Curso de las corrientes, y sus efectos en las diferentes partes del aparato.* Apoyando sobre el pomo del manipulador la corriente de la pila general, que viene á parar al yunque de la misma, pasa al hilo de la línea, sigue por ella hasta el manipulador de la otra estacion; entra en él por la pieza *x*, y estando horizontal la palanca pasa á la pieza *y*, y de esta á uno de los estremos del hilo del electro-iman correspondiente, cuyo otro estremo está en comunicacion con la tierra. Puesto asi el aparato de refuerzo en el circuito general, entra en accion su doble electro-iman, atrayendo la paleta *P′*, y el estremo superior de esta se pone en contacto con el tornillo *Q′*, que está en comunicacion por la columna *C′* con el electro-iman del receptor; y como la paleta lo está tambien con el polo positivo de la pila local, queda cerrado el circuito de esta, y el electro-iman *E E* entra en accion atrayendo la palanca, la cual entonces apoya por el otro estremo sobre el papel, y deja en él una señal rectangular mas ó menos prolongada, segun el tiempo que dure el contacto: siendo evidente que cuando en la estacion que trasmite se deje de apoyar en el pomo del manipulador se interrumpirá la corriente en la línea, y por consiguiente se abrirá el circuito de la pila local, y dejará de funcionar el receptor de la estacion que recibe. Se comprende por tanto que, segun sea la duracion de las pulsaciones del manipulador de la estacion que trasmite y el intérvalo que medie de una á otra consecutiva, se conseguirá que el puntero del receptor colocado en la estacion que recibe, marque puntos ó trazos sobre el papel, mas ó menos apartados.

*Arreglo de las diferentes partes del aparato.* 1.° *Receptor.* Debe atenderse con especial cuidado á combinar la accion del resorte *G* con la posicion de los tornillos *I*, de modo que la cruz de hierro dulce de la palanca quede suficientemente separada del doble electro-iman, para que pueda ceder á la atraccion de éste, y que al tropezar con el tornillo *I* de la izquierda quede todavía apartada de aquel sobre 5 milímetros, con lo cual se obtiene que la influencia de la imantacion cese en el instante mismo en que se abre el circuito. No es de menos importancia tener siempre bien arreglado el puntero, de modo que hiera en la tira de papel sobre la ranura del cilindro que la sostiene, sin lo cual se desgarraria, y que además marque bien las señales, lo cual se consigue haciendo descansar la palanca sobre el tornillo *I* de la izquierda, y apretando mas ó menos el que sirve para subir ó bajar el puntero en el estremo de la palanca, hasta que deje una señal perfectamente marcada, sin romper el papel ni impedir que éste pase facilmente.

En los aparatos cuyo rodaje no se mueve por la accion de un muelle real, hay un contrapeso motor sostenido por una cadena, que exije suma atencion, porque de ella

depende la uniformidad del movimiento de la tira de papel. Importa por tanto evitar que al colocarla en la rueda no sufra torsion, y que al levantar el contrapeso no haya sacudimientos que desarreglen los anillos, los cuales deben encajar bien en los dientes que los reciben; pero á pesar de tales precauciones sucede á veces que la cadena se sale de los dientes, y que la arrastra ó la rompe el contrapeso, de lo cual resultan sérios inconvenientes y retrasos, que se han querido evitar empleando un muelle real en vez de tan defectuoso mecanismo. Si al ensayar por vez primera esta sustitucion pudo acontecer que no fuese tan constante como hubiera sido de desear la accion de dicho muelle, hase conseguido despues evitarlo, y hay ya muchos aparatos que despues de largo plazo funcionan satisfactoriamente, exentos de los inconvenientes tan molestos y perjudiciales del contrapeso y su cadena.

2.° *Aparato de refuerzo.* Siendo condicion indispensable que la paleta pueda ser facilmente atraida por el doble electro-iman, y que entonces el estremo superior tenga contacto perfecto con la punta del tornillo $Q'$, deben graduarse las resistencias que el electro-iman tiene que vencer, segun la intensidad de la corriente eléctrica. Estas resistencias son las producidas: 1.° por la mayor ó menor distancia á que está la paleta del electro-iman; 2.° por la accion del resorte anterior; 3.° por el peso de la paleta: las cuales se aumentan ó disminuyen separando ó aproximando el tornillo $Q'$, y templando mas ó menos el resorte por medio del tornillo $S'$. Si pues la corriente es débil, habrá que aproximar el tornillo $Q'$ y aflojar el resorte, ó hacer lo contrario si la corriente adquiere mayor intensidad. De este modo puede facilmente arreglarse el receptor sin los inconvenientes que ofrecen otros aparatos, como los construidos en Alemania, á escepcion de Baviera, en los cuales el doble electro-iman está colocado verticalmente.

3.° *Manipulador.* Por su sencilla construccion no necesita otro cuidado que atender á que el resorte funcione bien, y á que el tornillo $S$ quede en perfecto contacto con la pieza $y$ cuando la palanca esté en la posicion horizontal.

*Reglas generales para el manejo del manipulador.* Segun queda ya esplicado, los sucesivos y alternados movimientos de éste tienen por objeto producir en el receptor de la estacion que recibe contactos mas ó menos prolongados del puntero con la tira de papel que forman en éste puntos ó trazos separados unos de otros. Combinándolos entre sí, desígnanse las letras una por una, como asimismo los números y las frases usuales del servicio, del modo que aparece en el siguiente cuadro, que es el que está generalmente adoptado.

## Alfabeto.

A - —
Ä - — - —
B — - - -
C — - — -
D — - -
E -
É - - — - -
F - - — -
G — — -
H - - - -
I - -
J - — — —
K — - —
L - — - -
M — —
N — -
O — — —
Ö — — — -
P - — — -
Q — — - —
R - — -
S - - -
T —
U - - —
Ü - - — —
V - - - —
W - — —
X — - - —
Y — - — —
Z — — - -
CH — — — —
*Telégrafo* - - - — - - - -

## Números.

1 - — — — —
2 - - — — —
3 - - - — —
4 - - - - —
5 - - - - -
6 — - - - -
7 — — - - -
8 — — — - -
9 — — — — -
0 — — — — —

## Puntuacion.

*Punto*...................... - - - - - -
*Dos puntos*.................. — — — - - -
*Punto de admiracion*.......... — — - - — —
*Punto de interrogacion*........ - - — — - -
*Coma*...................... — - — - — —
*Punto y coma*................ — - — - — -

## Señales convencionales.

*Para anunciar el principio de una trasmision.* — - — - — - —
*Para anunciar el final de id*............... - — - — - — -
*Espera* (equivalente á *no estoy pronto*)..... - — - - -
*Recepcion* (equivalente á *he comprendido*)... - - - — - *ó* - —
*Repeticion* (equivalente á *repetid*).......... - - — — - -
*Raya de fraccion*......................... — — — — — — *ó* — —

Los trazos largos conviene tengan una longitud triple de la de los cortos, llamados impropiamente puntos en la práctica.

La distancia entre dos señales consecutivas de una misma letra, ha de ser igual á la longitud de un trazo corto.

La distancia entre dos letras debe ser igual á la longitud de un trazo largo, ó sea á la de tres cortos.

Finalmente, la distancia entre dos palabras ha de resultar igual á la longitud de cuatro trazos cortos.

En resumen, para que las señales queden bien marcadas, es indispensable que las partes de una misma letra estén separadas por distancias iguales: que las letras de una misma palabra lo estén unas de otras por distancias tambien iguales, pero mayores que aquellas; y finalmente, que las palabras queden todavía mas distantes unas de otras.

Los trazos y los puntos deben tener una longitud uniforme.

A fin de conseguir todo esto es necesario sujetarse á las reglas indicadas, y adquirir la costumbre de manejar el manipulador con cierta cadencia que da por resultado medir los intérvalos con el oido, y guiar por él la mano de modo que los trazos y puntos, y las distancias, resultan del tamaño conveniente. Importa que el telegrafista se acostumbre á no marcar con precipitacion los puntos que siguen á los trazos, y á dar á los últimos correspondientes á una letra la misma longitud que á los primeros, lo cual conseguirá ejercitándose en hacer con perfeccion las letras *E*, *F*, *I*, *T*, y las señales convencionales para empezar y concluir toda comunicacion.

Es condicion indispensable, cuando se trasmite á una larga distancia, que se apoye con firmeza la palanca sobre el *yunque*, y que se caractericen bien por su tamaño los trazos y los puntos, pues pudiera acontecer, habiendo puestos intermedios, particularmente siendo algunos de ellos estranjeros, que alterándose sucesivamente las señales, llegasen á su destino confusas ó ininteligibles.

Advertencia. Los tornillos *P*, *K* y *M* (*fig.* 2) sirven tan solo en el caso de usar el receptor como aparato de refuerzo respecto de una estacion situada en otra línea,

empleando al efecto una pila especial cuya corriente entra por el tornillo *P*, y poniendo en relacion el soporte metálico de dicho receptor con el alambre de la indicada línea por el tornillo *M*, sirviendo el *K* para dirijir al manipulador la corriente que venga de la otra estacion cuando el receptor de la misma se emplee como aparato de refuerzo.

## LAMINA III.

## Aparato de Cooke y Wheatstone.

FIGURA 1.ª *Proyeccion vertical del aparato encerrado en su caja.*

FIGURA 2.ª *Corte por un plano vertical perpendicular al de proyeccion de la* figura 1, *y que pasa por el medio del aparato.*

FIGURA 3.ª *Corte vertical segun a b* (fig. 2), *levantada la caja.*

FIGURA 4.ª *Corte horizontal segun c d* (fig. 3).

FIGURA 5.ª *Manipulador, representado en escala mayor que en la* figura 4.

Por ser doble este aparato, compónese de dos *manipuladores* ó *conmutadores*, y de dos *receptores*, formando un solo conjunto.

### MANIPULADORES.

*A A*. Cilindros horizontales de madera de boj, cuyas partes *x*, *y* están cubiertas con una hoja metálica, dejando un hueco *e* en que queda aparente la madera. Sostiénense en los cojinetes metálicos *f f* y en los anillos *g g*, fijados con tornillos en la caja del aparato.

*B B*. Prolongacion de los ejes de los cilindros *A A*, á los cuales se adaptan las manivelas *C C*.

*h*, *h*, *i*, *i*. Cabillas metálicas, adherentes al forro metálico de las partes de los cilindros *A A*, que tienen la posicion vertical cuando el aparato no funciona, en cuyo caso las manivelas *C C* están asimismo verticales. Estas cabillas están colocadas del modo siguiente: las *h*, *h* en la parte anterior *x* de los cilindros, y las *i*, *i* en la posterior *y*. Estas últimas no aparecen en la *figura* 2, por estar ocultas por la pieza *D'*.

*D D*, *D' D'*. Hojas de acero, adheridas por su estremo inferior á las placas metálicas *k*, *k*, *k' k'*.

*E E*. Pitones horizontales metálicos y fijos, con dos puntas de la misma naturaleza *l l*, en las cuales apoyan las hojas *D D*, *D' D'*.

*F F*. Muelles de acero, en contacto inmediato por uno de sus estremos con la parte anterior *x* de los cilindros, y sujetos por el otro con un tornillo á una columnita ó tubo metálico que está en relacion con el polo negativo de la pila.

*GG.* Muelles de acero, en contacto inmediato con el estremo metálico del eje de los cilindros, correspondiente á la parte posterior *y* de los mismos, y en comunicacion con el polo positivo de la pila.

*HH, H′H′.* Topes metálicos, formando cuerpo con las placas *kk*, entre las cuales se mueven las cabillas *h, h.*

*I.* Cinta metálica que une los cojinetes *ff*, poniéndolos en comunicacion.

*K.* Tornillo en comunicacion con el polo positivo de la pila.

*L.* Tornillo en comunicacion con el polo negativo de la pila.

*MM.* Tornillos en comunicacion con la tierra.

*NN.* Tornillos en comunicacion con los hilos de la línea.

$u$, $u'$, $u''$, $z$, $z'$, $z''$, $z'''$. Alambres que establecen las comunicaciones entre las diferentes partes del aparato.

*V.* Ventanillo para reconocer la parte interior del aparato, que se cierra con una puertecilla *m.*

*n.* Tornillo para sujetar la parte superior de la caja del aparato.

## RECEPTORES.

$A'A'$. Multiplicadores sostenidos por cercos de marfil. Por entre los dos carretes pasa un eje, en el cual están montadas paralelamente dos agujas imantadas, una en lo interior de los carretes, y otra $a''$ esteriormente, que es la que marca las señales, y cuya amplitud limitan los topes de marfil $t'$ $t'$.

$b'$ $b'$. Escuadras de laton que sostienen los cercos de los carretes, y tienen cada una un boton que encaja en una ranura horizontal de las piezas $c'$ $c'$, por cuyo medio se puede mover cada multiplicador horizontalmente, y sacarlo de su sitio cuando fuere necesario.

$B'$. Tornillos de presion cuyos estremos se ven en $d'$ $d'$ (*fig.* 3), y sirven, aflojándolos ó apretándolos, para facilitar ó impedir el movimiento de traslacion de las escuadras $b'$ $b'$.

$C'$ $C'$. Piezas verticales movibles de laton que entran á corredera y cola de milano en otras fijas $D'$ $D'$, y descansan, por medio de los pitones $e'$ $e'$, sobre los resortes $r'$ $r'$. Los estremos de estos pitones que tocan á los resortes son de marfil.

Un boton, colocado en la parte superior interna de las piezas $C'$ $C'$, que sobresale del hueco de la muesca ó corredera en que se mueven, las impide bajar cuando tropieza con el canto superior de las piezas $D'$ $D'$.

$f'$ $f''$, $g'$ $g''$. Tornillos á los cuales vienen á parar los alambres conductores del manipulador, y que están en comunicacion con los multiplicadores respectivos.

*Curso de las corrientes, y sus efectos en los aparatos.* Cuando estos no funcionan, las manivelas *CC* están verticales, y la corriente que viene del polo positivo de la pila pasa del tornillo *K* por el alambre *z* y la cinta *I* á la parte posterior de los cilindros *A*, y no puede continuar por estar interrumpida toda comunicacion con las demás partes del aparato. Pero si una de las manivelas *C*, la de la izquierda por ejem-

plo, se mueve hácia la derecha, la cabilla *i* tocará á la hoja de acero *D*, apartándola de la correspondiente punta *l*, y al mismo tiempo la cabilla *h* se pondrá en contacto con el tope *H*. La corriente que viene entonces del polo positivo de la pila pasará por la cabilla *i* adherida al forro metálico de la parte *y* á la hoja *D*; de esta, siguiendo por la placa *k* y el alambre *z'*, subirá al receptor de la izquierda, y circulando por el multiplicador producirá la desviacion de las agujas imantadas. Bajará por el alambre *z'''*, y entrará en el hilo de la línea unido al tornillo *N*; seguirá por dicho hilo hasta la otra estacion, en cuyo aparato penetrará por el tornillo *M* del mismo, y despues de haber circulado por el correspondiente receptor, originando una desviacion de las agujas en el mismo sentido que en la otra estacion, entrará en la tierra, y por ella volverá al tornillo *M*, desde el cual siguiendo por el alambre *z''* penetrará en la placa *k'*, y por el tope *H'* llegará, pasando por la cabilla *h* en contacto con él, á la parte *x* del cilindro *A*, que por medio del resorte *F* está en comunicacion con el polo negativo de la pila. Quedará asi cerrado el circuito, y en tanto no se rompa las agujas de una y otra estacion permanecerán desviadas de la misma manera de su posicion inicial. Si la manivela *C* á que nos referimos se mueve á la izquierda, la cabilla *i* tocará á la hoja *D'* al paso que la cabilla *h* se pondrá en contacto con el tope *H*, en cuyo caso la corriente que viene del polo positivo de la pila pasará á la placa *k'*, y de esta por el alambre *z''* á la tierra, por la cual seguirá hasta penetrar en el aparato de la otra estacion por su tornillo *N*, y desviando las agujas del receptor volverá por el hilo de la línea, penetrará por el tornillo *N*, subirá por el alambre *z'''* al multiplicador, bajará por el *z'*, pasará por la hoja *D* á la placa *k*, de ella por la cabilla *h*, que está en contacto con el tope *H*, á la parte *x* del cilindro *A*, y finalmente por el muelle *F* volverá á la pila, quedando así cerrado el circuito. La corriente en este caso tendrá una direccion contraria á la que tenia en el que antes hemos considerado, y por consiguiente las agujas del receptor á que nos referimos se desviarán asimismo en sentido opuesto. Otro tanto acontecerá por análogas razones en el receptor de la derecha al mover la manivela que á él corresponde á uno ú otro lado, pudiendo por tanto cada aguja oscilar segun se quiera á derecha ó izquierda, independientemente de la otra, lo cual permite combinar los movimientos de ambas para marcar convenientemente las letras, los números y las frases usuales del servicio.

## LAMINA IV.

## Aparato alfabético de Breguet.

---

### MANIPULADOR.

FIGURA 1.ª *Proyeccion horizontal.*
FIGURA 2.ª *Seccion vertical por el plano* X Y.
FIGURA 3.ª *Proyeccion horizontal de la rueda ondulada que se ve en corte en la figura anterior.*

*A A*, *B B*. Peana de madera, sobre la cual hay un cuadrante de laton (1) que contiene en dos zonas concéntricas las letras del alfabeto, mas una cruz entre la *A* y la *Z*, y los números desde 1 hasta 25, al frente de cada uno de los cuales tiene la circunferencia esterior una muesca.

*a b*. Manivela que hace girar el eje central, al cual está sujeta por medio de una articulacion. A favor de esta puede moverse circularmente, y encajar por medio de un boton en la muesca correspondiente á la letra ó al número que se quiera designar.

*g*, *g′*. Disco, con una ranura ondulada en su parte inferior (*fig.* 3), que tiene tantas sinuosidades iguales alternativamente cóncavas y convexas como letras contiene el cuadrante, mas una por razon de la cruz. La manivela al girar comunica á este disco igual movimiento (2).

*q*. Palanca, cuyo estremo menor encaja en la ranura ondulada, y que oscilando alternativamente al rededor del eje *o* cuando gira la rueda, toca ya á uno, ya á otro de los dos resortes de acero unidos á las piezas metálicas *P*, *P′*. Durante una vuelta completa de la rueda, la palanca *q* hace trece oscilaciones, y se pone en contacto otras tantas veces con cada una de las piezas *P P′*.

*G*, *D*, *E F*, *G′*, *D′*, *E′ F′*. Piezas metálicas de contacto, á cuyos tornillos vienen á parar los estremos de los hilos que dirijen la corriente á los diferentes aparatos, á saber:

A los tornillos de las piezas *G*, *D*, *G′ D′*, los hilos que comunican con el receptor de la estacion, y á los tornillos de las piezas *E*, *F*, *E′ F′* los que van á las dos campanillas. No habiendo en aquella mas que un solo receptor para la comunicacion de uno y otro lado de la línea, es indiferente que los hilos se unan con las piezas *G D* ó con las *G′ D′*.

*M M′*. Piezas metálicas de contacto, unidas entre sí por un hilo, que sirven para establecer ó cortar la corriente en los hilos de la línea de uno y otro lado de la estacion.

*V V′*. Piezas metálicas de contacto, unidas respectivamente por un hilo con los tornillos ó botones *N N′*, que están en relacion con el comunicador, las cuales sirven para establecer la *comunicacion directa* cuando la estacion donde está situado el aparato ha de permanecer inactiva, prévio aviso, para que otras dos situadas una á la derecha y otra á la izquierda de la misma se pongan en relacion.

*L L′*. Lengüetas metálicas, llamadas *conmutadores*, que girando al rededor de sus ejes pueden ponerse en contacto con todas las piezas metálicas ya indicadas de su res-

---

(1) Este cuadrante está sostenido por tres columnitas, una colocada debajo de la cruz, otra en *o* y otra simétricamente del otro lado.

(2) Tiene la ranura de este disco 13 concavidades en el aparato que se describe, porque el número de letras del cuadrante es 25. No suprimiendo la *Ñ* ni la *K*, el número de letras contando con la *E* una sola vez, sería 26; y debiendo ser impar habria que duplicar la *E* de la manera que se ve en las *figuras* 1 *y* 4; pero en tal caso el número de concavidades de la rueda *g′ g′* sería $\frac{27+1}{2} = 14$. Tal es el que conviene para los aparatos que hayan de servir en España, porque ni debe suprimirse la *Ñ* aunque se use pocas veces, ni es acertado omitir la *K*, pudiendo ser necesaria al trasmitir nombres estranjeros.

pectivo lado. Los estremos del hilo de la línea vienen á parar á los ejes de estas lengüetas, de modo que colocadas sobre las piezas $V V'$ no se interrumpe la corriente de la línea, y pasa por el aparato sin producir ningun efecto estableciendo la *comunicacion directa*. En la *figura* 2 aparecen los estremos ó manivelas de estas lengüetas. Para entrar en comunicacion con otra estacion, basta colocar la lengüeta correspondiente, segun la situacion de aquella, á derecha é izquierda sobre la pieza $M$ ó la $M'$. Estando el aparato inactivo, las lengüetas deben estar colocadas sobre las piezas $F F'$ que comunican á las campanillas, á fin de que si otra estacion quiere hablar entre en vibracion la que á ella corresponda asi que reciba la accion de la corriente.

*C*. Boton ó tornillo, en el cual se fija el estremo del hilo que viene del polo cobre ó *positivo* de la pila.

*Z*. Boton en que se asegura el estremo del hilo que viene del polo zinc ó *negativo* de la pila.

*T*. Boton en el cual se fija el hilo, en comunicacion con la tierra. Este boton está unido por medio de otro hilo con el *Z*, correspondiente al polo *negativo* de la pila.

Las diferentes partes que constituyen el manipulador están relacionadas entre sí por hilos metálicos que pasan por debajo de la peana, y que se indican por líneas de trazos y puntos en la *figura* 1. La columnita metálica colocada debajo de la cruz está en comunicacion por el cuadrante mismo con la otra situada en *o* que sirve de eje á la palanca *q*, y además con las dos piezas $M M'$ mediante un hilo.

La pieza $P'$ de contacto está unida, como se ve en la *figura* 1, al polo *positivo*, y la *P* de igual clase lo está con las de uno y otro lado del manipulador por medio de los botones $R\, R\, R'\, R'$.

Nota. Los botones $R$, $R'$ de la *figura* 2 mas próximos al cuadrante, son los $E\, E'$ de la *figura* 1.

## RECEPTOR.

Figura 4.ª *Elevacion anterior.*
Figura 5.ª *Proyeccion horizontal de la parte interior del mecanismo.*
Figura 6.ª *Proyeccion vertical del mecanismo sobre el plano $X Y$* (fig. 5.).
Figura 7.ª *Proyeccion lateral del mecanismo.*

*K K*. Cuadrante, con los mismos signos que el manipulador.

*A*. Aguja que montada en el eje de la rueda de escape interior del mecanismo, gira cuando esta se mueve, deteniéndose al frente de la letra ó número que se quiere designar.

Encima del número 13 se ve un agujero por el cual se introduce la llave que sirve para dar cuerda al rodaje interior.

*S S*. Tornillos ó botones para recibir y fijar los alambres que trasmiten la corriente eléctrica.

*B B*. Rodaje que se mueve cediendo al esfuerzo del muelle real encerrado en el tam-

bor, cuyo objeto es hacer girar la aguja. La última rueda que está detrás de esta, montada en su mismo eje, que se ve en parte en la *figura* 7, es la que se llama de escape.

*E E*. Electro-imanes.

*P*. Paleta de hierro dulce sometida á la atraccion de los electro-imanes.

*V*. Tornillo que sirve para aproximar mas ó menos los electro-imanes á la paleta.

*CC*. Tuercas correspondientes á dos columnitas que pasan por un travesaño movible *T*, el cual, apretando estas tuercas sienta sobre los carretes de los electro-imanes por medio de dos calces no conductores, manteniéndolos en una posicion fija, pudiendo moverse independientemente de ellos los cilindros de hierro, venciendo el rozamiento por medio del tornillo *V*.

*L*. Palanca de la paleta, cuyo estremo inferior entra en una horquilla, y esta al moverse horizontal y alternativamente comunica igual movimiento á dos topes fijos en el mismo eje en que está montada, los cuales, cada uno á su vez, detienen la rotacion de la rueda de escape asi que ha recorrido el espacio de medio diente.

*O*. Palanca que bajando cuando se oprime con el dedo el boton *b* de la *figura* 1, hace mover la paleta, y por consiguiente la aguja, la cual se para en el instante mismo en que se deje de oprimir el boton. El resorte *V* tiene por objeto hacer que la palanca vuelva á su posicion inicial cuando cesa la presion del dedo. Puede asi moverse la aguja independientemente del mecanismo, y restablecerse la coincidencia entre las indicaciones de los aparatos cuando por cualquier motivo hubiere dejado de tener lugar.

*r*. Resorte en espiral, unido por un estremo á la palanca *L*, y por el otro á un hilo de seda que pasa por la polea *p*, en la cual se enrolla, haciendo girar esta con una llave que se introduce por el agujero de la esfera *a* (*fig*. 1.).

Este resorte, que se estira mas ó menos por medio del hilo de seda, y que obra sobre la palanca *L* en sentido contrario al de los electro-imanes, tiene por objeto hacer que la misma vuelva á la posicion inicial cuando cesa la imantacion. La esfera *a* (*fig*. 1) está dividida en 50 partes, para graduar como convenga la tension del resorte, segun la intensidad de la corriente.

*D*. Pieza de cobre que sostiene el eje de la polea *p*.

*GG*. Botones á los cuales se unen los hilos de los carretes, y estan en comunicacion con los tornillos *S S* por las cintas de cobre *c c*.

*Curso de la corriente. -Primer caso: en una estacion que trasmite.*—Teniendo presente que cada vez que la manivela del manipulador se detiene en un número *impar* la palanca *q* (*fig*. 1) se pone en contacto con la pieza *P*, y que siempre que aquella coincide con un número *par* la misma palanca toca en la *P′*, es fácil comprender que cuando sucede lo primero, la corriente que viene del polo cobre al boton *C* ha de pasar de este á la pieza *P* por la comunicacion metálica establecida debajo de la peana ó tablero, siguiendo por la palanca *q* y el cuadrante, continuando por la columnita que está debajo de la cruz hasta las piezas de contacto *M M′*; y si el conmutador *L*, por ejemplo, está colocado sobre *M*, como debe estarlo para trasmitir la comunicacion, la corriente pasará de esta pieza á la lengüeta, y por consiguiente al hilo de la línea, atravesando por la brújula.

*Segundo caso: en una estacion que recibe.*—La corriente de la línea llega á la brújula, y de esta al respectivo conmutador *L*, por ejemplo, del cual pasa á la pieza *M*, de ella á la columnita que está debajo de la cruz, y llega á la palanca *q*, que en tal momento está en contacto con la pieza *P'*, desde donde se dirije á el boton *R D*, y de él al receptor, entrando por el boton de la derecha de éste, circulando por el carrete de los electro-imanes, y viniendo á salir por el boton de la izquierda para volver al boton *R G*, que está en relacion con la tierra, por la cual retrocede á la otra estacion y llega al polo *zinc* de la pila.

*Efectos de la corriente en el receptor.* Cuando la corriente eléctrica pasa por el hilo de uno de los carretes, se mueve la paleta cediendo á la atraccion; la horquilla en que se apoya su estremo inferior se adelanta hácia el centro del mecanismo, y hace que el tope que detiene la rueda de escape, apoyando en uno de sus dientes, se desvie. Libre entonces la rueda gira hasta tropezar con otro tope que la para despues de haber andado el espacio de medio diente: cesa la imantacion, la paleta vuelve á su posicion inicial al esfuerzo del resorte *r*, y la rueda de escape, desprendiéndose al mismo tiempo del segundo tope, gira adelantando otro medio diente hasta tocar con el primer tope. Repitiéndose la imantacion una y otra vez, se reproducen sucesivamente iguales movimientos, de los cuales participa la aguja del cuadrante, montada sobre el mismo eje que la rueda de escape, pudiendo así recorrer la circunferencia de aquel dando una ó mas vueltas, y seguir sucesivamente todos los movimientos de dicha rueda, marcando, sin retroceder nunca, los números y letras que se quieran designar.

*Trasmision de las comunicaciones de una estacion á otra contigua.* El telegrafista que debe trasmitir la comunicacion coloca en el contacto *M* el *conmutador* correspondiente á la parte de la línea en que está la otra estacion, y da *una vuelta* entera á la manivela del manipulador. Vibra entonces la campanilla de dicha estacion, y advertido el encargado de ella coloca á su vez el conmutador sobre la pieza *M* de su manipulador, y da asimismo *una vuelta* entera de manivela, colocando esta sobre la cruz, con cuyo movimiento dará á entender á su compañero que está pronto á recibir la comunicacion. Trasmítela entonces este último letra por letra, deteniéndose sobre la cruz al final de cada palabra, y asi que ha concluido completamente, para hacerlo saber da *dos vueltas* de manivela, deteniéndola *en la Z* antes de colocarla sobre la cruz, operacion que se designa con la palabra *final*. El empleado de la otra estacion contesta con las letras *CO* y dos *Z* para indicar que ha comprendido, hecho lo cual deben poner uno y otro los conmutadores de las dos estaciones sobre las piezas de contacto de las campanillas, y la manivela del manipulador en la cruz. Si por inadvertencia quedase el conmutador tocando á la madera ó á otras piezas de contacto, podria cortarse la corriente ó no ir á las campanillas, y no se advertiria el aviso que viniese de otra estacion.

Cuando la comunicacion contiene números, el que trasmite debe advertirlo al que recibe, pasando *dos veces* la manivela sobre la cruz *antes* y *despues* de señalarlos.

Si aconteciere que mientras se esté trasmitiendo una comunicacion no entienda bien las señales el que recibe, dará *una vuelta* de manivela para indicar al que trasmite que no le comprende, y *colocará la aguja del receptor sobre la cruz*, *apretando*

*el boton que está en la parte superior* de la caja del aparato. Hecho esto esperará algunos instantes para dar lugar á que el que trasmite haga igual operacion, y en seguida señalará primero las letras *R*, *D* (abreviacion de *repetid*), y despues la palabra que precedió á la que no pudo comprender, concluyendo con el *final*, ó sea dando, como ya se ha dicho, dos vueltas de manivela, y deteniéndose en la *Z* antes de poner aquella sobre la cruz. Es pues necesario que el que trasmite mire á menudo á su receptor para cerciorarse de que el que recibe le comprende perfectamente, y no es menos importante examinar con alguna frecuencia si los tornillos que sujetan los hilos que arrancan del manipulador están suficientemente apretados para que haya perfecto contacto.

Otra precaucion que no debe omitirse es la de mover la manivela con regularidad, deteniéndola algunos instantes en la letra que se quiere señalar, sin hacerla girar nunca en sentido contrario al del orden natural del alfabeto, pues si esto sucediere no habria coincidencia entre las señales marcadas por las agujas de los receptores en una y otra estacion, lo cual se advertiria por la confusion de las señales, y sería necesario cortar la comunicacion del modo ya indicado para comenzarla desde la última palabra claramente marcada. Cuando acontezca que por inadvertencia ó equivocacion se rebase en el manipulador la letra que se quiera señalar, deberá continuarse moviendo siempre la manivela en el mismo sentido hasta que vuelva á la espresada letra.

Debe tambien cuidarse, cuando al recibir aviso de una estacion por la campanilla se contesta dando una vuelta entera á la manivela, segun se ha dicho, que no quede ésta entre la *A* y la *Z*. Si tal sucediese, la corriente de la estacion advertida pasaria por el hilo de la línea, y cada vez que en la que hubiese de trasmitir se señalase un número par ó la letra correspondiente á él, dicha corriente obraria en el receptor de la misma estacion, al paso que cuando se señalase un número par, y la corriente de esta última entrase por tanto en el alambre de la línea, se neutralizarian recíprocamente ambas corrientes. Sería entonces imposible toda correspondencia, y habria que esperar á que por la falta de señales y por las oscilaciones de la brújula se advirtiese lo ocurrido y se pusiese remedio, colocando la manivela sobre la cruz, y empezando de nuevo la comunicacion. Puede suceder que, dado el aviso á una estacion ésta no conteste, en cuyo caso, despues de haber esperado algunos momentos, para dar lugar á que se advierta en ella si el conmutador está en su lugar, se repetirá el aviso, y si continuase el silencio deberá presumirse que en una ú otra estacion, ó en la línea, ha ocurrido alguna novedad. Si la brújula no oscila, deberán examinarse escrupulosamente todos los aparatos de la estacion, y remediar cualquier falta que se advierta; pero si lo contrario sucede, la avería debe estar en la línea ó en la otra estacion, y habrá que adoptar las disposiciones oportunas para averiguarlo, pudiendo á veces suceder que el hilo se rompa y toque al suelo, en cuyo caso las desviaciones de la brújula son mayores que en el estado normal, por acortarse el circuito; y por tal indicacion puede juzgarse de lo ocurrido.

Las nubes cargadas de electricidad, pueden ocasionar en los hilos de la línea corrientes de bastante intensidad para que entren en accion los electro-imanes de las campanillas, y se suelte el fiador de éstas. En tal caso hay ante todo que asegu-

rarse de la manera ya indicada de que la vibracion de aquellas no proceda de otra estacion; hecho lo cual, y mientras dure la cargazon eléctrica, deberán ponerse los conmutadores sobre las piezas metálicas *E E'* del manipulador que están en comunicacion con la tierra, para que la corriente penetre en ésta directamente sin pasar por los aparatos.

*Trasmision de las comunicaciones de una estacion á otra no contigua.* Hay ante todo que pedir á las estaciones intermedias la *comunicacion directa*, para lo cual el que la solicita avisa á la mas próxima, dando una vuelta á la manivela y señalando el nombre de la estacion con la cual quiere comunicar. Aquella estacion contesta con las letras *C O* y las dos *Z*, segun ya se ha dicho, y coloca los conmutadores sobre las piezas de contacto *V V'*, hecho lo cual la corriente pasa sin influir en los aparatos. De la misma manera continúa la primera estacion avisando á todas las demás, hasta llegar á aquella que ha de recibir la comunicacion; y concluida ésta invierte la direccion de la corriente para poner en movimiento las campanillas de las estaciones intermedias.

## LAMINA V.

## Campanilla de aviso ó de alarma.

Figura 1.ª *Proyeccion vertical sobre el plano X Y de la figura 4.*

Figura 2.ª *Proyeccion vertical sobre el plano Z V de la misma figura 4.*

Figura 3.ª *Proyeccion vertical lateral sobre un plano considerado á la izquierda de la figura 1, ó á la derecha de la figura 2, y suponiendo cortada la campana para que se vea el mecanismo interior.*

Figura 4.ª *Proyeccion horizontal.*

Compónese el aparato esencialmente: 1.° de un rodaje movido por un muelle encerrado dentro del tambor *N*, que por medio del escéntrico *E* hace oscilar la biela *B*, la cual, articulada en *O* con el martillo de la campanilla *T*, le comunica con rapidez el movimiento alternativo para que golpee de uno y otro lado en el borde de la campanilla.

2.° De un doble electro-iman que, atrayendo cuando por él circula la corriente una paleta de hierro dulce, hace se desprenda el fiador que contiene el escéntrico *E* mientras el aparato está en silencio, de lo cual resulta que poniéndose en movimiento dicho escéntrico, oscila el martillo y suena la campanilla.

*b*. Fiador del escéntrico *E*, fijo en el eje de éste, que cuando el aparato está en silencio entra en una muesca de la hoja elástica *R*.

*V*. Pieza de cobre montada sobre un eje fijo que atraviesa las dos platinas, y al cual está unida la palanca *L*.

Cuando, atraida la palanca por el doble electro-iman, el brazo *M* de la misma deja de sostener la palanca *L*, cede ésta á la accion del resorte *r*, y al girar comunica igual movimiento á la pieza *V*, la cual obrando sobre el resorte *R* la aparta del fia-

dor *b* (movimiento iniciado en la *figura* 1) y el escéntrico *E* queda en libertad. Comienza entonces á girar y asi continúa, sonando por consiguiente la campanilla, mientras otro escéntrico *E'* mantiene apartado el resorte *R* durante el tiempo que una de sus caras convexas esté en contacto con dicho resorte. Cesa el contacto cuando por efecto del movimiento de rotacion se presenta una de las partes planas del mismo escéntrico: vuelve entonces el resorte á su posicion inicial, al tiempo mismo que la palanca *L* se levanta, porque una cabilla colocada en una de las ruedas empuja hácia arriba un codillo montado sobre el eje de aquella, de lo cual resulta que la pieza *V* gira en sentido opuesto al de su anterior movimiento, y que el fiador *b* entra en la muesca del resorte *R*, cesando el martillo de golpear.

Un resorte horizontal en espiral y dos tornillos que se ven en la *figura* 2, sirven para arreglar convenientemente la amplitud de las oscilaciones de la paleta, segun la intensidad de la corriente eléctrica.

Al ponerse en movimiento el escéntrico *E* se desprende un fiador que sostiene el eje de un disco delgado de metal, en el cual está escrita la palabra *respóndase*. Gira entonces el disco, cediendo á la accion del resorte que le solicita, hasta llegar á la posicion de equilibrio, y aparece aquella palabra por un ventanillo que hay en la caja del aparato, permaneciendo visible mientras éste funciona. Cuando se restablece el silencio se esconde la misma palabra, haciendo girar el disco con una llave hasta que quede contenido por su fiador.

*S S*. Tornillos en comunicacion por medio de las cintas metálicas *c c* con otros *G G* que lo están con los multiplicadores por medio de espirales de alambre.

La corriente entra por uno de estos tornillos *S* y sale por el otro.

## COMUNICADOR.

Figura 5.ª *Proyeccion vertical.*
Figura 6.ª *Proyeccion horizontal.*

Este aparato se coloca en las estaciones intermedias, y tiene por objeto evitar el inconveniente que antes habia cuando se entraba en *comunicacion directa* con una de ellas de tener que advertir préviamente á todas las demás el tiempo que habia de durar, de lo cual resultaba que si no alcanzaba el período indicado, ó era indispensable pedir próroga, ó se corria el riesgo de que fuese interrumpida la trasmision, produciendo esto retrasos y equivocaciones.

Con el comunicador evítanse ahora tales contingencias, porque cuando se establece la comunicacion directa no se interrumpe hasta que el que la pidió avise á todas las estaciones intermedias, y para esto basta que por medio del *inversor* (1) haga que la

(1) Este instrumento se compone de dos placas de cobre paralelas, montadas sobre un tablero de madera, y reunidas por un asa del mismo metal con un pomo, por medio del cual puedan girar simultáneamente al rededor de sus ejes, y apoyar cada una su estremo en una de tres piezas de contacto, de las cuales la del centro y otra de las dos restantes estan en relacion con los hilos de la corriente como lo estan tambien entre sí estas dos últimas.

corriente pase del modo conveniente por aquel aparato en todas ellas, con lo cual se ponen en movimiento á la vez las campanillas respectivas.

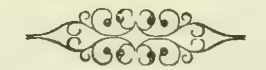
Consta el aparato, segun se ve, de dos dobles electro-imanes colocados sobre un tablero, á los cuales, y segun se quiera, puede dirijirse la corriente por los hilos marcados con trazos y puntos, que están en relacion con los diferentes tornillos que se advierten en la *figura* 6.

*A C* (*fig.* 5), *AB* (*fig.* 6). Es una paleta de hierro dulce colocada entre los electro-imanes, que gira sobre los tornillos *D E* sostenidos en las dos columnas *M N* enlazadas por la placa *M*.

*R*. Contrapeso que puede moverse á rosca á lo largo de la varilla *T*, unida á la paleta, por cuyo medio se gradua su accion segun convenga.

Cuando la corriente circula al rededor de los electro-imanes, la paleta es atraida de izquierda á derecha alternativamente; y penetrando aquella en el aparato de la campanilla, suena ésta, basta que cambiando la direccion, la paleta vuelve á la posicion vertical, cediendo á la accion del contrapeso *T*.

Los dos tornillos que se ven por debajo de la letra *A* en la *figura* 5 y próximos á la *B* en la *figura* 6, sirven para limitar las oscilaciones de la paleta, y el de la izquierda particularmente para mantenerla en la posicion vertical, de la cual no puede rebasar, cediendo á la accion del electro-iman del mismo lado.



# ÍNDICE.

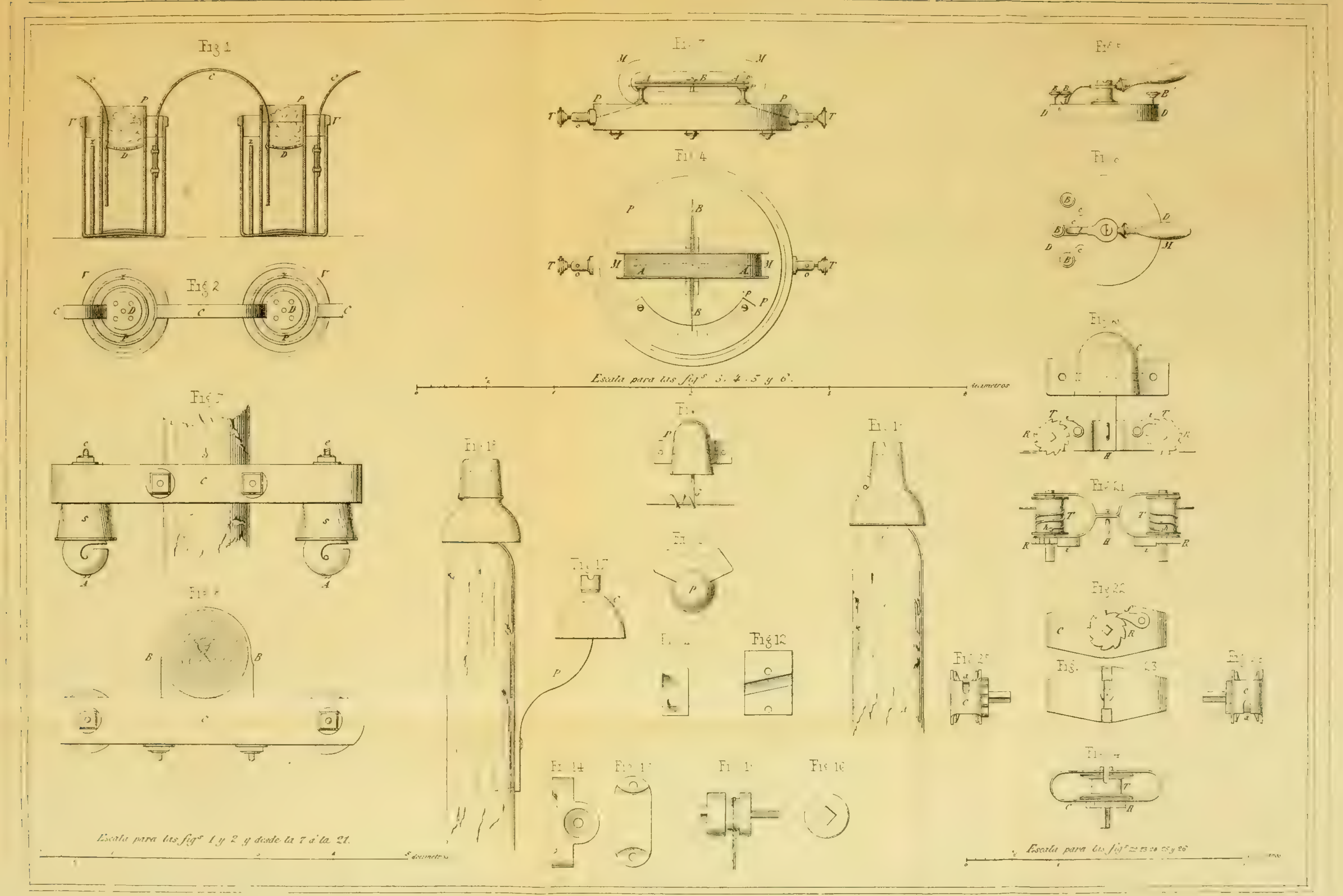
Páginas.

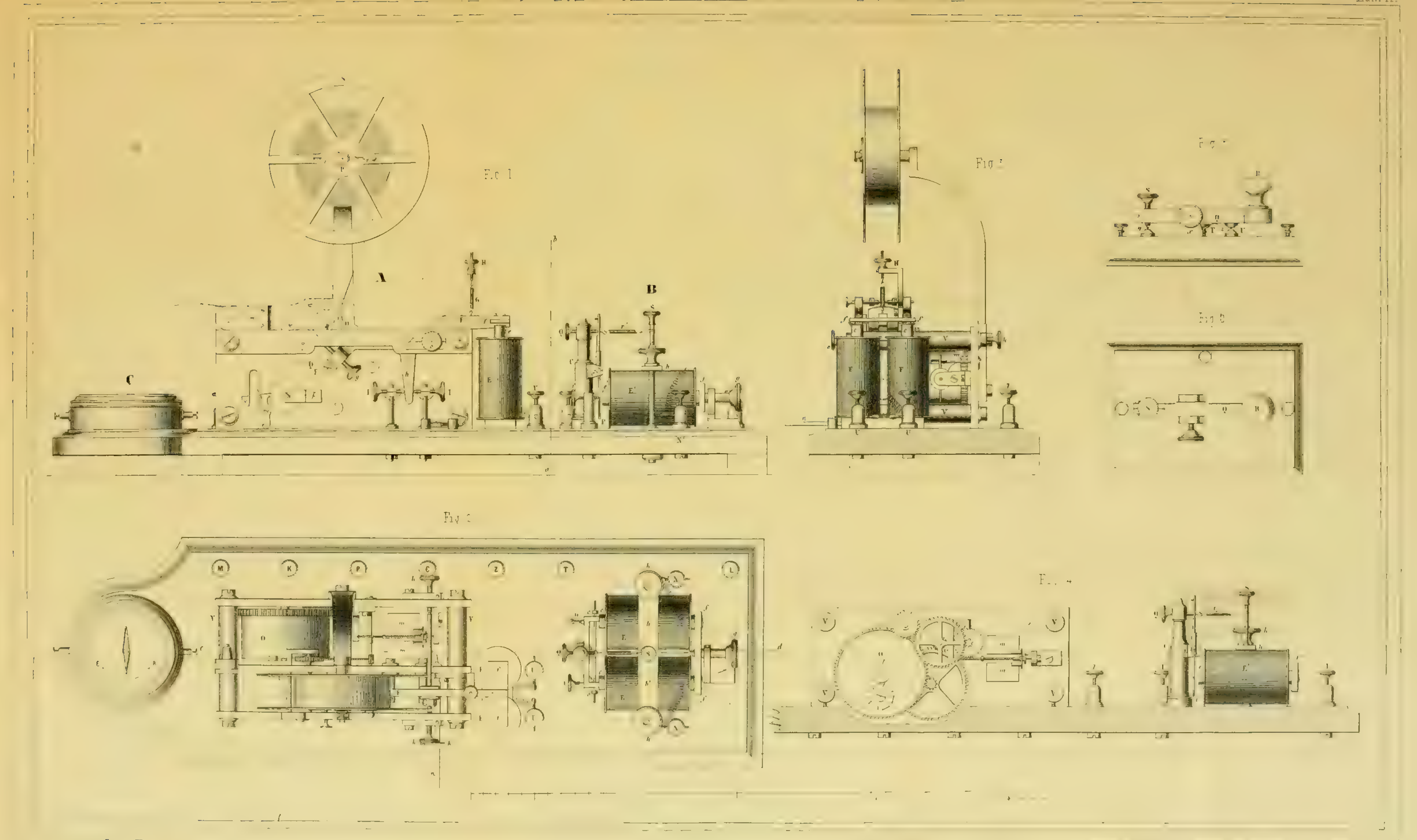
*Real orden de* 30 *de octubre de* 1854.......................... 95
*Real orden de* 7 *de abril de* 1855.............................. id.
*Introduccion*........................................................ 97
*De la produccion de las corrientes eléctricas, y de los medios de medir y regularizar su accion*............................................. 101
*De la formacion de los circuitos de las corrientes eléctricas*........ 106
*De los conductores aéreos*............................................ 109
Postes............................................................ 112
Aisladores........................................................ 115
Tensores.......................................................... 119
*De los conductores subterráneos*...................................... 122
*Comparacion de los conductores aéreos con los subterráneos*........ 129
*Conductores subácueos*................................................ 132
*De los aparatos que se usan para hacer las señales*.................. 135
*Telégrafo de* Morse.................................................... 137
*Telégrafo de* Froment.................................................. 138
*Telégrafo de* Bain..................................................... 139
*Telégrafo llamado inglés de* Cooke y Wheatstone...................... 141
*Telégrafo del gobierno francés de* Breguet.............................. 143
*Telégrafo alfabético de* Breguet........................................ 145
*Telégrafo de* Siemens.................................................. 150
*Aparatos de refuerzo*.................................................. 153
*Consideraciones generales sobre los aparatos telegráficos*........... 154
ESPLICACION DE LAS LAMINAS........................................ 163
*Pila de* Daniell................ (Lám. I)............................ id.

*Brújula ó galvanómetro*.......... (Lám. I).................... 164
*Regulador de pila*............... (Lám. I).................... id.
*Aisladores ingleses*.............. (Lám. I).................... 165
*Aisladores franceses*............. (Lám. I).................... id.
*Aisladores prusianos*............. (Lám. I).................... 166
*Tensor doble*, sistema francés..... (Lám. I).................... id.
*Tensor simple*, sistema belga...... (Lám. I).................... id.
*Aparato de* MORSE.............. (Lám. II).................... 167
*Aparato de* COOKE *y* WHEATSTONE.. (Lám. III).................. 174
*Aparato alfabético de* BREGUET.... (Lám. IV).................. 176
*Campanilla de aviso de* BREGUET... (Lám. V)................... 182
*Comunicador*.................... (Lám. V)................... 183



ADVERTENCIA. En la página 168, líneas 8 y 9, donde dice *Breguet*, léase *Briquet*.


Fig 1
Fig 2
Fig 4
Escala para las figs 3. 4. 5 y 6.
Fig 12
Fig 14
Fig 16
Fig 22
Escala para las figs 1 y 2 y desde la 7 á la 21.




Lit de J Donon, Arenal 17

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

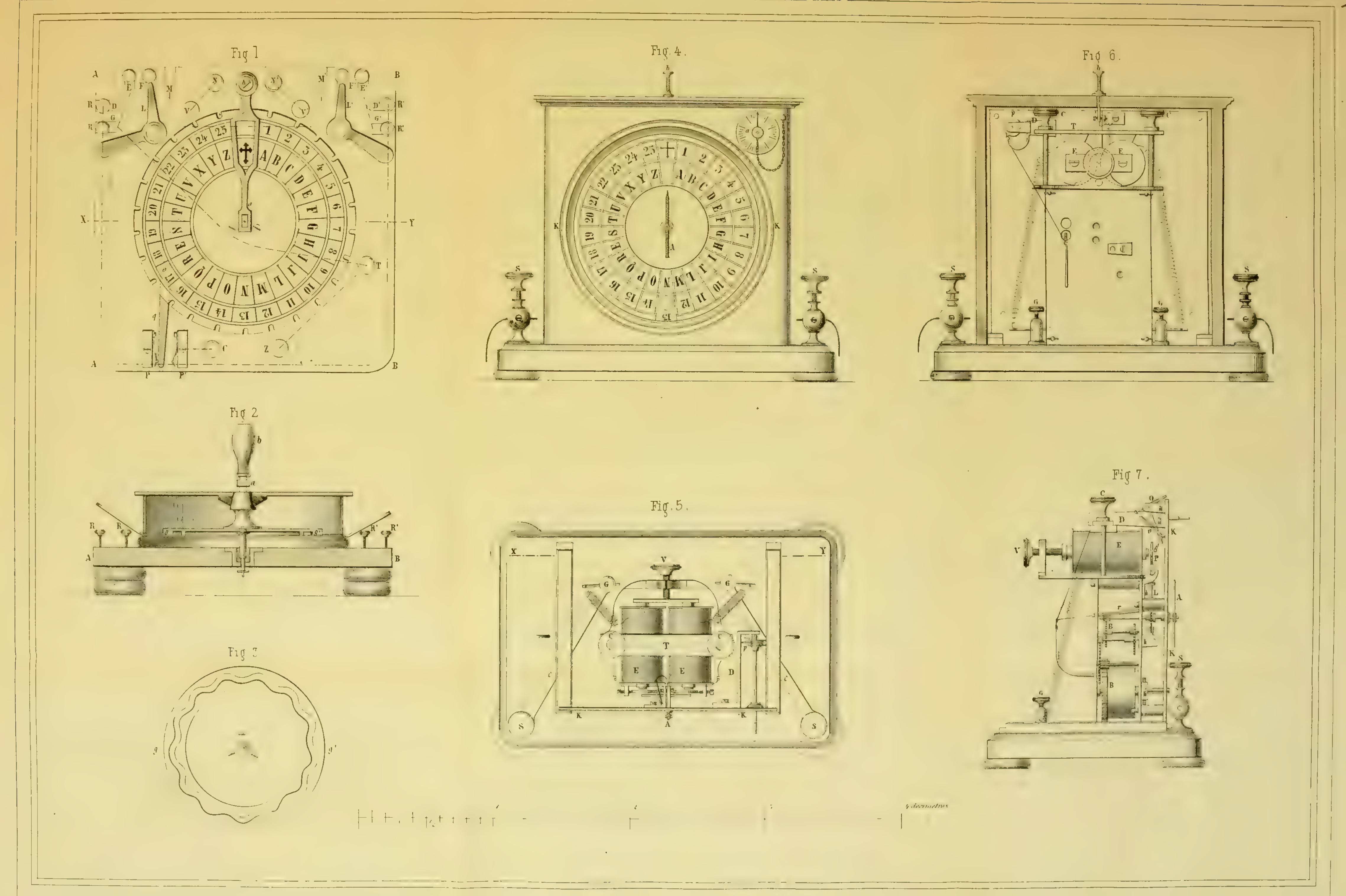
Escala para las fig.s 1 2 3 y 4.

Fig. 4

Fig. 5

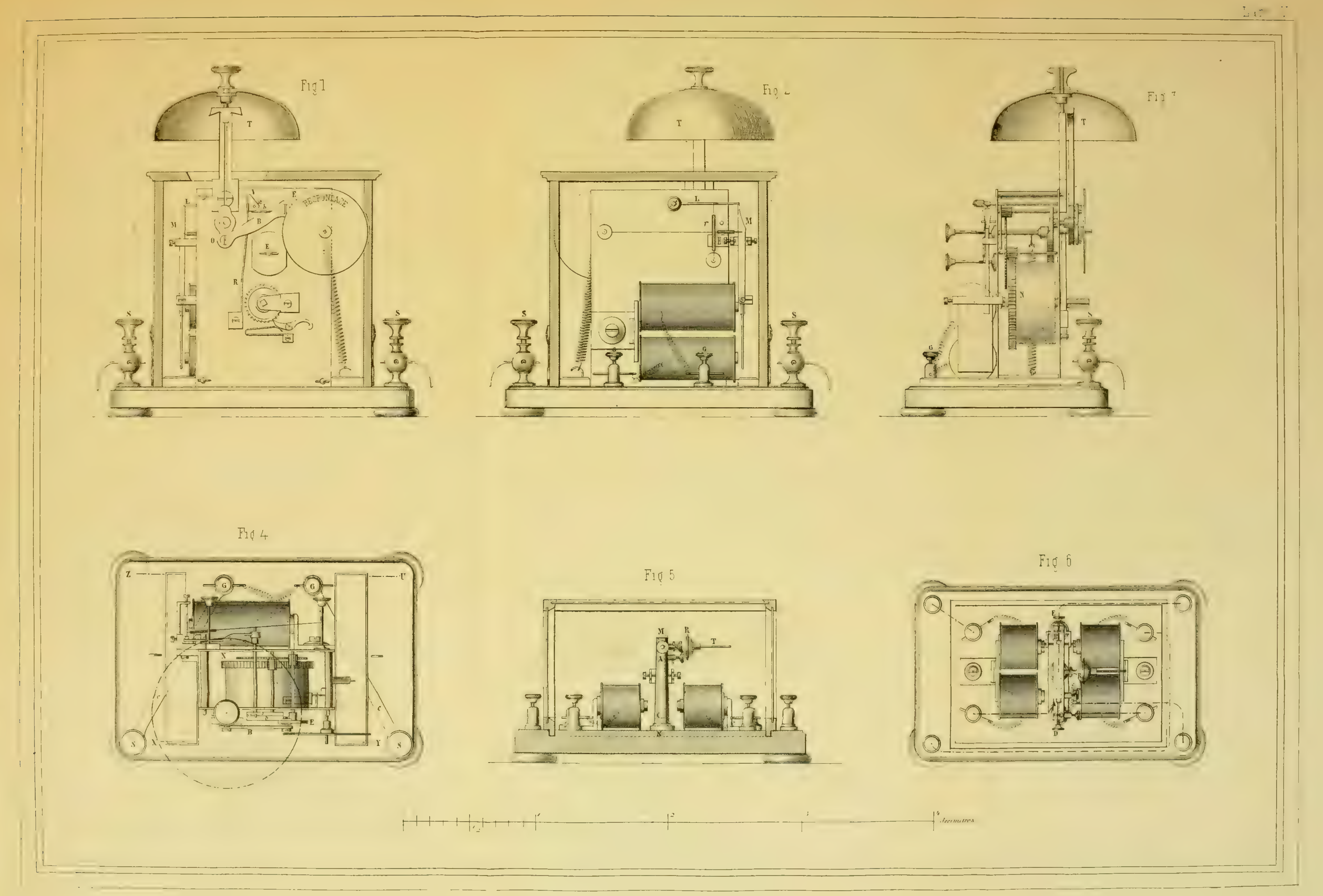
Escala para la fig.a 5.

2 decimetros




Lit. Alemana, Fuencarral 20






Lit. Alemana. Fuencarral. 20. Madrid.

# ÍNDICE

de las materias contenidas en esta 1.ª parte del tomo III de Memorias.


Páginas.

*Breve reseña* de la historia y progresos de la Astronomía.—Discurso leido por el *Sr. D. Antonio Aguilar y Vela* en la Sesion pública de su recepcion como Académico numerario, celebrada el dia 6 de mayo de 1855........................................ 7

*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. Antonio Aguilar y Vela en el acto de su recepcion, leyó el *Excmo. Sr. D. Antonio Remon Zarco del Valle,* Presidente de la Academia.................. 27

*Estudio* del huracán que pasó sobre una parte de la Península española el dia 29 de octubre de 1842, por el corresponsal nacional *Sr. D. Manuel Rico y Sinobas*........................... 45

*Noticia sobre las auroras boreales* observadas en España durante el siglo XVIII y parte del XIX, por el *Sr. D. Manuel Rico y Sinobas*........................................ 77

*Informe* de la Real Academia de Ciencias sobre telegrafía eléctrica, presentado á la misma por una comision especial, compuesta de los *Sres. D. Vicente Santiago Masarnau, D. Manuel Rioz y Pedraja* y *D. Pedro Miranda,* redactor, y aprobado en Sesion general de 29 de diciembre de 1854............................ 95




# MEMORIAS

DE LA

# REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

## DE MADRID.

TOMO III.

SEGUNDA SERIE.—CIENCIAS FISICAS.

TOMO 1.°—PARTE 2.ª

1859.

# PRIMERA SERIE

DE

# OBSERVACIONES ACTINOMÉTRICAS

VERIFICADAS EN MADRID

## DESDE EL SOLSTICIO DE INVIERNO DE 1854 HASTA EL DE VERANO DE 1855

POR

**DON MANUEL RICO Y SINOBAS,**

*Catedrático de Física de la Universidad Central, é individuo numerario electo de la Real Academia de Ciencias de Madrid.*

La serie de observaciones actinométricas verificadas en los meses trascurridos desde el solsticio del invierno de 1854 hasta el del verano de 1855, se comenzaron el dia 5 de diciembre de 1854, y se continuaron, con ligeras interrupciones por causa de las variaciones atmosféricas, hasta el dia 27 de junio de 1855. En aquella época el sol ha pasado por todas sus declinaciones; y respecto de la latitud de Madrid, por la serie numérica de las observaciones que á continuacion se espresan, aquellas declinaciones puede decirse que se hallan representadas por la accion térmica de los rayos directos del sol. Afortunadamente el mes de diciembre trascurrió despejado y sereno en todo el mediodía de Europa, y aprovechando esta oportunidad, las observaciones de aquella época pueden considerarse como muy aproximadas á la exactitud de que es capaz el actinómetro

de Herschel, de que nos hemos servido para hacer estas observaciones. Escaso por el contrario fué el número de observaciones correspondientes á todo el mes de febrero y marzo; pero en cambio abril, mayo y junio trascurrieron mas serenos, y con especialidad en el último mes el dia 21 y los siguientes, que podian considerarse como críticos para esta clase de trabajos.

Las observaciones se han verificado conforme al plan propuesto por Herschel, seguido por Forbes en Suiza, el cual consiste en esponer el actinómetro al sol, dejándole descansar medio minuto antes de principiar la primera observacion de sombra; concluida esta, y despues de otro medio minuto de descanso, se espone de nuevo el aparato á la accion de los rayos solares.

La última columna numérica de las siguientes observaciones se ha calculado por las fórmulas propuestas por Herschel, que son.

$$+\frac{\odot+\odot'}{2}+\times$$

$$-\frac{\times+\times'}{2}+\odot$$

$$+\frac{\odot'+\odot''}{2}+\times'$$

$$-\frac{\times'+\times''}{2}+\odot''$$

En estas fórmulas $\odot$, $\odot'$, $\odot''$ representan las lecturas sucesivas del actinómetro espuesto al sol, y $\times$, $\times'$, $\times''$ cuando se halla colocado á la sombra. El signo — de las fórmulas pares se cambia en positivo, cuando la temperatura del actinómetro á la sombra en lugar de descender se eleva. Habiendo observado que con el actinómetro que hemos manejado este es el caso general, y tan solo cuando se mueve viento ó cuando el aparato se ha calentado durante una prolongada serie de observaciones de sol se nota que desciende á la sombra la columna actinométrica, com-

probándose directamente la exactitud de las indicaciones de Mr. Leverrier, que recomienda para tomar la temperatura del aire con termómetros fijos, el colocarlos en un aparato sobre el cual giren con rapidez. Por este método se elimina en parte el error de la irradiacion terrestre, que calienta el aire inmediato á los termómetros puestos en observacion.

*Diciembre 5 de 1854.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $2^{h}23' 0''$ | $24' 0''$ | ⊙ | 44,0 | 17,7 | + 3,7 | + | Bancos de cirrus blancos y mas lijeros en el horizonte, que se elevan por el S. hasta unos 12°. Lo restante del espacio, sereno y despejado. Brisa apenas sensible. |
| 24 30 | 25 30 | × | 18,2 | 19,0 | + 0,8 | 3,5 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 19,5 | 24,5 | + 5,0 | 4,1 | |
| 27 30 | 23 30 | × | 25,5 | 26,5 | + 1,0 | 3,8 | |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 27,2 | 31,8 | + 4,6 | 3,5 | |
| 30 30 | 31 30 | × | 32,8 | 34,0 | + 1,2 | 4,1 | |
| 32 0 | 33 0 | ⊙ | 34,8 | 40,5 | + 5,7 | | |

6 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^{h}18' 0''$ | $19' 0''$ | ⊙ | 31,0 | 39,0 | + 8,0 | | Atmósfera clara y despejada en medio de la cual flotaban algunos cirro-cúmulus blancos. Ráfagas fuertes de viento que orijinaban en los barómetros un movimiento oscilatorio continuado en su columna. |
| 19 30 | 20 30 | × | 39,7 | 39,7 | 0,0 | 8,5 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 40,0 | 49,0 | + 9,0 | 9,1 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 49,5 | 49,4 | — 0,1 | 9,1 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 39,7 | 48,8 | + 9,1 | 9,5 | |
| 25 30 | 26 30 | × | 38,8 | 48,4 | — 0,4 | 9,4 | |
| 27 0 | 28 0 | ⊙ | 48,5 | 57,5 | + 9,0 | | |

8 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $10^{h}30'30''$ | $31'30''$ | ⊙ | 24,5 | 35,0 | +10,5 | | Atmósfera clara y despejada. Ráfagas vivas de viento. |
| 32 0 | 33 0 | × | 36,8 | 39,0 | + 2,2 | 9,3 | |
| 33 30 | 34 30 | ⊙ | 41,0 | 52,5 | +11,5 | 9,4 | |
| 35 0 | 36 0 | × | 54,5 | 56,5 | + 2,0 | 10,0 | |
| 36 30 | 37 30 | ⊙ | 58,5 | 71,0 | +12,5 | 10,6 | |
| 38 0 | 39 0 | × | 73,0 | 74,8 | + 1,8 | 11,0 | |
| 39 30 | 40 30 | ⊙ | 77,0 | 90,2 | +13,2 | | |

*8 de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 32,0 | 42,0 | +10,0 | | El mismo aspecto atmosférico anterior, con algunos cirro-cumulus flotando á larga distancia del sol. |
| 6 30 | 7 30 | × | 43,0 | 44,2 | + 1,2 | 9,5 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 45,5 | 57,0 | +11,5 | 10,5 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 58,4 | 52,2 | + 0,8 | 10,3 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 61,0 | 73,7 | +12,7 | 11,6 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 75,2 | 76,5 | + 1,3 | 11,7 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 78,2 | 91,5 | +13,3 | | |

*8 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 21,5 | 33,5 | +12,0 | | Seguia el aspecto atmosférico anterior. |
| 16 30 | 17 30 | × | 34,7 | 35,2 | + 0,5 | 10,9 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 36,2 | 47,0 | +10,8 | 10,0 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 48,5 | 49,7 | + 1,2 | 10,4 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 51,0 | 63,5 | +12,5 | 11,2 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 65,2 | 66,7 | + 1,5 | 11,3 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 68,0 | 81,2 | +13,2 | | |

*8 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,7 | 33,0 | +12,3 | | Seguia la atmósfera como en la observacion anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 34,5 | 35,5 | + 1,0 | 11,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 36,5 | 50,0 | +13,5 | 12,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 52,2 | 53,7 | + 1,5 | 13,0 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 55,4 | 71,0 | +15,6 | 2,8 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 74,0 | 76,0 | + 2,0 | 13,3 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 78,0 | 93,0 | +15,0 | | |

8 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 7′ 0″ | 8′ 0″ | ⊙ | 20,7 | 30,7 | +10,0 | | Banda de cirrus muy ligeros en el O., pero á larga distancia del sol. Brisa fresca. |
| 8 30 | 9 30 | × | 31,0 | 31,0 | — 0,0 | 9,8 | |
| 10 0 | 11 0 | ⊙ | 32,0 | 41,7 | + 9,7 | 9,7 | |
| 11 30 | 12 30 | × | 43,0 | 43,0 | — 0,0 | 9,7 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 44,0 | 53,0 | + 9,8 | 9,7 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 55,0 | 55,2 | + 0,2 | 9,6 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 56,2 | 66,0 | + 9,8 | | |

8 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 23,2 | 29,2 | + 6,0 | | Continuaban los cirrus indicados en la observacion anterior, notándose que en el cuarto cuadrante la atmósfera se presentaba vaporosa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 29,2 | 28,7 | — 0,5 | 6,5 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 28,5 | 34,2 | + 5,7 | 6,4 | |
| 59 30 | 4h0′30 | × | 34,5 | 33,5 | — 1,0 | 6,6 | |
| 4 1 0 | 2 0 | ⊙ | 33,7 | 39,2 | + 5,5 | 6,5 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 39,3 | 38,4 | — 0,9 | 6,9 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 38,5 | 44,2 | + 5,7 | | |

10 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 59,5 | 62,3 | + 2,8 | | Cirrus y cirro-cumulus en el horizonte. Brisa fresca. |
| 31 30 | 32 30 | × | 62,7 | 62,5 | — 0,2 | 3,0 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 62,8 | 65,7 | + 2,9 | 3,0 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 65,8 | 65,8 | — 0,0 | 3,1 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 66,0 | 69,2 | + 3,2 | 3,2 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 69,4 | 69,4 | 0,0 | 3,3 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 69,4 | 72,8 | + 3,4 | | |

10 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9ʰ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 50,2 | 55,5 | + 5,3 | | Cirro-cúmulus en el N. O. Brisa fresca. |
| 6 30 | 7 30 | × | 56,4 | 57,0 | + 0,6 | 5,0 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 57,5 | 63,5 | + 6,0 | 4,7 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 63,7 | 65,8 | + 2,1 | 4,5 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 66,5 | 73,8 | + 7,3 | 5,6 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 75,0 | 76,4 | + 1,4 | 5,9 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 77,0 | 84,7 | + 7,7 | | |

10 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 40,2 | 47,7 | + 7,5 | | Cirrus sueltos en el espacio, distantes del sol. Brisa muy fuerte. |
| 1 30 | 2 30 | × | 49,4 | 49,4 | + 0,4 | 7,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 50,0 | 59,2 | + 9,2 | 8,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 60,8 | 61,7 | + 0,9 | 8,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 62,5 | 72,2 | + 9,7 | | |

10 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11ʰ 1′ 0″ | 2′ 0″ | ⊙ | 32,0 | 43,0 | +11,0 | | Algunos cirrus próximos al sol. Brisa muy fuerte. |
| 2 30 | 3 30 | × | 44,5 | 45,5 | + 1,0 | 9,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 46,2 | 56,0 | + 9,8 | 8,7 | |
| 5 30 | 6 30 | × | 57,5 | 58,7 | + 1,2 | 9,9 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 59,5 | 72,0 | +12,5 | 11,4 | |
| 8 30 | 9 30 | × | 73,8 | 74,8 | + 1,0 | 11,3 | |
| 10 30 | 11 0 | ⊙ | 76,0 | 88,2 | +12,2 | | |

10 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 41,7 | 52,7 | +11,0 | | Cirro-cúmulus en el horizonte y algunos flotando en el espacio, pero á mucha distancia del sol. |
| 1 30 | 2 30 | × | 54,0 | 54,8 | + 0,8 | 10,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 55,2 | 67,2 | +12,0 | 11,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 68,5 | 69,2 | + 0,7 | 11,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 70,0 | 82,4 | +12,4 | 11,6 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 83,6 | 84,5 | + 0,9 | 11,7 | Viento fresco. |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 50,4 | 63,2 | +12,8 | | |

10 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 1′ 0″ | 2′ 0″ | ⊙ | 9,5 | 15,5 | + 6,0 | | Cirrus lijeros, cuyos vapores desaparecen delante del sol por la accion térmica de este último. |
| 2 30 | 3 30 | × | 17,0 | 16,8 | — 0,3 | | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 17,5 | 28,5 | +11,0 | | |
| 5 30 | 6 30 | × | 29,5 | 29,8 | + 0,3 | 11,2 | Cirro-cúmulus formándose en las inmediaciones del sol, conforme el cirro anterior desaparece. |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 30,7 | 42,7 | +12,0 | 11,7 | |
| 8 30 | 9 30 | × | 44,3 | 44,7 | + 0,4 | 11,9 | |
| 10 0 | 11 0 | ⊙ | 45,5 | 58,2 | +12,7 | 12,5 | |
| 11 30 | 12 30 | × | 59,5 | 59,5 | 0,0 | 13,1 | Viento fresco. |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 60,3 | 73,8 | +13,5 | | |

10 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h25′ 0″ | 26′ 0″ | ⊙ | 50,7 | 59,2 | + 8,5 | | El sol se halla próximo á los bordes de un cirro-cumulus muy estenso. |
| 26 30 | 27 30 | × | 60,5 | 61,5 | + 1,0 | 8,0 | |
| 28 0 | 29 0 | ⊙ | 62,4 | 72,0 | + 9,6 | 8,4 | |
| 29 30 | 30 30 | × | 72,8 | 72,2 | + 1,4 | 7,5 | Viento fresco. |
| 31 0 | 33 0 | ⊙ | 50,8 | 61,0 | +10,2 | | |

## 10 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 37,2 | 45,2 | + 8,0 | | |
| 6 30 | 7 30 | × | 45,8 | 46,2 | + 1,4 | 8,0 | El sol próximo á los bor- |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 45,0 | 55,8 | +10,8 | 9,6 | des de una masa de |
| 9 30 | 10 30 | × | 55,8 | 56,8 | + 1,0 | 8,0 | cirro-cúmulus. |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 56,7 | 64,0 | + 7,3 | 6,7 | Brisa fuerte. |
| 12 30 | 13 30 | × | 64,5 | 64,7 | + 0,2 | 7,8 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 65,0 | 73,7 | + 8,7 | 8,4 | |
| 15 30 | 16 30 | × | 74,7 | 75,0 | + 0,3 | 8,5 | |
| 17 0 | 18 0 | ⊙ | 75,7 | 84,5 | + 8,8 | | |

## 11 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h23′ 0″ | 24′ 0″ | ⊙ | 20,2 | 20,7 | + 0,5 | | |
| 24 30 | 25 30 | × | 20,7 | 20,5 | — 0,2 | 0,7 | Una banda estrecha de |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 20,5 | 21,0 | + 0,5 | 0,8 | cirrus en las inmedia- |
| 27 30 | 28 30 | × | 20,8 | 20,4 | — 0,4 | 0,9 | ciones del sol. |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 20,4 | 20,9 | + 0,5 | 0,9 | |
| 30 30 | 31 30 | × | 20,7 | 20,3 | — 0,4 | 1,1 | |
| 32 0 | 33 0 | ⊙ | 20,0 | 21,0 | + 1,0 | 1,3 | |
| 33 30 | 34 30 | × | 21,0 | 20,8 | — 0,2 | 1,1 | |
| 35 0 | 36 0 | ⊙ | 20,8 | 21,5 | + 0,7 | 1,0 | Cirrus delante del sol. |
| 36 30 | 37 30 | × | 21,3 | 21,0 | — 0,3 | 1,1 | Brisa fresca. |
| 38 0 | 39 0 | ⊙ | 21,0 | 22,2 | + 1,2 | 1,6 | |
| 39 30 | 40 30 | × | 22,2 | 21,8 | — 0,4 | 1,8 | |
| 41 0 | 42 0 | ⊙ | 21,8 | 23,4 | + 1,6 | 2,1 | |
| 42 30 | 43 30 | × | 23,4 | 22,8 | — 0,6 | 2,4 | |
| 44 0 | 45 0 | ⊙ | 40,0 | 42,0 | + 2,0 | | |

11 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 41,0 | 47,2 | + 6,2 | | Despejado y sereno; cirrus pequeños flotando á larga distancia del sol. |
| 1 30 | 2 30 | × | 48,2 | 48,8 | + 0,6 | 5,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 49,4 | 55,3 | + 5,9 | 5,4 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 56,3 | 56,8 | + 0,5 | 5,7 | Brisa fuerte. |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 57,5 | 64,0 | + 6,5 | 5,8 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 65,0 | 66,0 | + 1,0 | 5,8 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 66,6 | 73,8 | + 7,2 | | |

11 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 30,7 | 37,7 | + 7,0 | | El disco solar se halla próximo á algunos cirrus claros y sueltos. |
| 1 30 | 2 30 | × | 39,9 | 40,0 | + 1,0 | 6,1 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 40,7 | 48,0 | + 7,3 | 6,2 | Espacio atmosférico vaporoso. |
| 4 30 | 5 30 | × | 49,5 | 50,8 | + 1,3 | 5,7 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 51,7 | 58,5 | + 6,8 | 5,8 | Brisa fuerte. |
| 7 30 | 8 30 | × | 60,4 | 61,2 | + 0,8 | 6,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,5 | 69,7 | + 7,2 | | |

12 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h28′30″ | 29 30″ | ⊙ | 32,2 | 40,8 | + 8,6 | | Cirrus muy trasparentes delante del disco solar. |
| 30 0 | 31 0 | × | 42,5 | 44,7 | + 2,2 | 6,9 | |
| 31 30 | 32 30 | ⊙ | 45,8 | 55,4 | + 9,6 | 7,4 | Brisa apenas sensible. |
| 33 0 | 34 0 | × | 57,0 | 59,2 | + 2,2 | 7,5 | |
| 34 30 | 35 30 | ⊙ | 60,7 | 70,5 | + 9,8 | 7,8 | |
| 36 0 | 37 0 | × | 72,5 | 74,3 | + 1,8 | 8,4 | |
| 37 30 | 38 30 | ⊙ | 75,5 | 86,2 | +10,7 | | |

12 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | Lectura de la escala del Actinómetro. B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 31,2 | 38,5 | + 7,3 | | |
| 1 30 | 2 30 | × | 39,5 | 40,0 | + 0,5 | 6,8 | Despejado y sereno. |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 40,7 | 48,0 | + 7,3 | 6,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 49,0 | 50,0 | + 1,0 | 6,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 51,0 | 59,0 | + 8,0 | 7,0 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 60,0 | 61,0 | + 1,0 | 6,9 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,0 | 69,8 | + 7,8 | | |

12 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A | B | Diferencia | Irradiacion | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h18′ 0″ | 19′ 0″ | ⊙ | 35,5 | 38,0 | + 2,5 | | Postura del sol. Algunos cirrus en las inmediaciones del disco solar durante los momentos de pasar la línea del horizonte. |
| 19 30 | 20 30 | × | 38,2 | 38,0 | — 0,2 | 2,5 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 38,0 | 40,2 | + 2,2 | 2,4 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 40,2 | 40,0 | — 0,2 | 2,4 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 40,0 | 42,2 | + 2,2 | 2,4 | |
| 25 30 | 26 30 | × | 42,2 | 42,0 | — 0,2 | 2,0 | |
| 27 0 | 28 0 | ⊙ | 42,0 | 43,5 | + 1,5 | 1,8 | |
| 28 30 | 29 30 | × | 43,7 | 43,2 | — 0,5 | 1,7 | |
| 30 0 | 31 0 | ⊙ | 43,0 | 44,2 | + 1,2 | 1,7 | |
| 31 30 | 32 30 | × | 44,2 | 43,7 | — 0,5 | 1,2 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 43,5 | 43,7 | + 0,2 | | |

13 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A | B | Diferencia | Irradiacion | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 8′ 0″ | 9′ 0″ | ⊙ | 35,0 | 42,2 | + 7,2 | | Vapores apenas perceptibles delante del disco solar. |
| 9 30 | 10 30 | × | 43,8 | 45,8 | + 2,0 | 5,7 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 47,2 | 55,5 | + 8,3 | 6,5 | Brisa fuerte. |
| 12 30 | 13 30 | × | 57,2 | 59,2 | + 2,0 | 7,0 | |

13 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ14′ 0″ | 15′ 0″ | ⊙ | 60,5 | 69,7 | + 9,7 | 5,7 | |
| 15 30 | 16 30 | × | 71,5 | 74,5 | + 3,0 | | |
| 17 0 | 18 0 | ⊙ | 77,2 | 87,2 | +10,0 | | |
| 20 0 | 21 0 | ⊙ | 71,5 | 83,5 | +12,0 | | |
| 21 30 | 22 30 | × | 85,2 | 86,7 | + 1,5 | | |
| 23 0 | 24 0 | ⊙ | 70,8 | 80,5 | + 9,7 | | |

15 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 32,0 | 48,5 | +16,5 | | Cirrus poco perceptibles |
| 31 30 | 32 30 | × | 51,0 | 55,0 | + 4,0 | 12,2 | en las inmediaciones |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 58,0 | 74,0 | +16,0 | 12,5 | del disco solar. |
| 34 30 | 35 30 | × | 76,0 | 79,0 | + 3,0 | 12,8 | Brisa. |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 51,5 | 67,2 | +15,7 | 12,9 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 69,8 | 72,5 | + 2,7 | 12,9 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 74,5 | 90,0 | +15,5 | | |

15 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 30,5 | 40,7 | +10,2 | | Cirrus en el horizonte, |
| 1 30 | 2 30 | × | 41,2 | 40,8 | — 0,4 | 11,0 | despejado el resto del |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 41,2 | 52,2 | +11,0 | 11,1 | espacio atmosférico. |
| 4 30 | 5 30 | × | 53,0 | 53,2 | + 0,2 | 11,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 53,6 | 65,5 | +11,9 | 11,8 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 66,2 | 66,3 | + 0,1 | 11,8 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 67,2 | 79,2 | +12,0 | | |

16 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 47,0 | 59,7 | +12,7 | | Cirrus en las inmediaciones del disco solar. |
| 16 30 | 17 30 | × | 63,0 | 67,0 | + 4,0 | 9,0 | Calma. |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 70,0 | 83,4 | +13,4 | 9,5 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 86,2 | 90,0 | + 3,8 | 9,9 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 41,5 | 55,5 | +14,0 | 10,6 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 58,0 | 61,0 | + 3,0 | 11,4 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 63,7 | 78,5 | +14,8 | | |

16 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ 8′ 0″ | 9′ 0″ | ⊙ | 42,7 | 55,7 | +13,0 | | Algunos cirrus próximos al disco solar. |
| 9 30 | 10 30 | × | 58,0 | 59,8 | + 1,8 | 11,5 | Calma. |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 61,5 | 74,8 | +13,3 | 11,9 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 77,0 | 78,0 | + 1,0 | 11,7 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 42,0 | 54,0 | +12,0 | 11,0 | |
| 15 30 | 16 30 | × | 56,5 | 57,5 | + 1,0 | 11,5 | |
| 17 0 | 18 0 | ⊙ | 59,4 | 72,5 | +13,1 | | |

20 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9ʰ15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 38,3 | 52,0 | +13,7 | | Algunos cirrus sueltos y flotando en las inmediaciones del disco solar. |
| 16 30 | 17 30 | × | 53,8 | 55,8 | + 2,0 | 11,1 | Viento fresco. |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 57,5 | 70,0 | +12,5 | 11,0 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 71,2 | 72,3 | + 1,1 | 11,7 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 73,8 | 87,0 | +13,2 | 12,3 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 88,0 | 88,8 | + 0,8 | 11,9 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 30,8 | 43,0 | +12,2 | | |

20 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiación solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $10^h$ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 45,0 | 60,0 | +15,0 | | |
| 1 30 | 2 30 | × | 60,5 | 60,2 | — 0,3 | 14,4 | Los cirrus sueltos de la observacion anterior, mas próximos al disco solar. |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 60,7 | 74,0 | +13,3 | 13,7 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 74,4 | 73,8 | — 0,6 | 14,2 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 74,0 | 88,0 | +14,0 | 14,8 | Sigue el viento. |
| 7 30 | 8 30 | × | 88,5 | 87,5 | — 1,0 | 14,7 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 41,5 | 55,0 | +13,5 | | |

21 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $7^h$55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 29,8 | 34,0 | + 4,2 | | |
| 56 30 | 57 30 | × | 34,3 | 35,0 | + 0,7 | 4,0 | Algunos cirro-cúmulus flotantes. |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 35,7 | 41,0 | + 5,3 | 4,6 | |
| 59 30 | $8^h$0′30 | × | 41,6 | 42,3 | + 0,7 | 4,8 | |
| 8 1 0 | 2 0 | ⊙ | 43,0 | 48,8 | + 5,8 | 5,0 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 49,0 | 50,3 | + 0,8 | 5,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 51,0 | 57,7 | + 6,7 | | |

21 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $8^h$47′ 0″ | 48′ 0″ | ⊙ | 31,5 | 39,5 | + 8,0 | | |
| 48 30 | 49 30 | × | 40,8 | 41,7 | + 0,9 | 7,9 | El mismo aspecto atmosférico anterior. |
| 50 0 | 51 0 | ⊙ | 42,8 | 52,5 | + 9,7 | 8,8 | |
| 51 30 | 52 30 | × | 53,8 | 54,7 | + 0,9 | 9,3 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 55,8 | 66,5 | +10,7 | 9,9 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 67,7 | 68,5 | + 0,8 | 10,3 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 69,2 | 80,8 | +11,6 | | |

*21 de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11ʰ52′ 0″ | 53′ 0″ | ⊙ | 44,0 | 58,0 | +14,0 | | |
| 53 30 | 54 30 | × | 59,5 | 60,5 | + 1,0 | 13,1 | Algunos cirro-cúmulus en el N. O. |
| 55 0 | 56 0 | ⊙ | 61,7 | 76,0 | +14,3 | 13,4 | |
| 56 30 | 57 30 | × | 78,0 | 78,8 | + 0,8 | 13,3 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 40,5 | 54,5 | +14,0 | 13,1 | |
| 59 30 | 12ʰ 30 | × | 56,5 | 57,5 | + 1,0 | 13,4 | |
| 12 1 0 | 2′ 0 | ⊙ | 38,7 | 53,5 | +14,8 | | |

*21 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 31,2 | 44,0 | +12,8 | | Despejado. |
| 16 30 | 17 30 | × | 45,2 | 45,8 | + 0,6 | 12,7 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 46,7 | 60,5 | +13,8 | 13,3 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 61,8 | 62,2 | + 0,4 | 13,7 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 63,5 | 78,0 | +14,5 | 14,0 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 79,5 | 80,0 | + 0,5 | 14,2 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 65,5 | 75,5 | +15,0 | | |

*21 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 54,0 | 67,7 | +13,7 | | Despejado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 68,3 | 67,2 | — 1,1 | 14,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 67,2 | 80,4 | +13,2 | 14,1 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 80,7 | 80,0 | — 0,7 | 14,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 60,5 | 74,6 | +14,1 | 14,9 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 75,2 | 74,3 | — 0,9 | 15,1 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 74,7 | 89,0 | +14,3 | | |

25 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h21′ 0″ | 22′ 0″ | ⊙ | 31,2 | 38,5 | + 7,3 | | Atmósfera clara y despejada en el zenit, pero alguna niebla en direccion de los valles por donde corren el Tajo, Jarama y Manzanares. |
| 22 30 | 23 30 | × | 40,0 | 41,0 | + 1,0 | 6,5 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 41,7 | 49,5 | + 7,8 | 6,9 | |
| 25 30 | 26 30 | × | 50,5 | 51,4 | + 0,9 | 7,1 | |
| 27 0 | 28 0 | ⊙ | 52,0 | 60,2 | + 8,2 | 7,4 | |
| 28 30 | 29 30 | × | 61,2 | 61,8 | + 0,6 | 8.0 | |
| 30 0 | 31 0 | ⊙ | 62,5 | 71,4 | + 8,9 | | |

25 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h40′ 0″ | 41′ 0″ | ⊙ | 33,0 | 47,3 | +14,3 | | Despejado. Brisa apenas sensible. |
| 41 30 | 42 30 | × | 49,0 | 50,0 | + 1,0 | 13,6 | |
| 43 0 | 44 0 | ⊙ | 51,2 | 66,2 | +15,0 | 14,0 | |
| 44 30 | 45 30 | × | 68,0 | 69,0 | + 1,0 | 14,7 | |
| 46 0 | 47 0 | ⊙ | 70,5 | 87,0 | +16,5 | 15,5 | |
| 47 30 | 48 30 | × | 88,5 | 89,5 | + 1,0 | 15,4 | |
| 49 0 | 50 0 | ⊙ | 41,2 | 57,5 | +16,3 | | |

25 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h45′ 0″ | 46′60″ | ⊙ | 32,2 | 45,2 | +13,0 | | Despejado. Brisa apenas sensible. |
| 46 30 | 47 30 | × | 46,2 | 46,2 | + 0,3 | 13,1 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 47,0 | 60,8 | +13,8 | 13,6 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 61,8 | 61,8 | 0,0 | 14,1 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 62,7 | 77,2 | 14,5 | 14,5 | |

*25 de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h52′30″ | 53′30″ | × | 77,8 | 77,8 | 0,0 | 14,4 | Despejado. Brisa poco sensible. |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 78,5 | 92,8 | +14,3 | 14,2 | |
| 55 30 | 56 30 | × | 93,5 | 93,6 | + 0,1 | 14,3 | |
| 57 0 | 58 0 | ⊙ | 30,8 | 45,2 | +14,4 | 14,5 | |
| 58 30 | 59 30 | × | 46,2 | 46,0 | — 0,2 | 15,1 | |
| 2h 0 0 | 2h1′ 0 | ⊙ | 46,5 | 62,0 | +15,5 | | |

*25 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h12′ 0″ | 13′ 0″ | ⊙ | 20,0 | 30,0 | +10,0 | | Aspecto de la atmósfera como en la observacion anterior. |
| 13 30 | 14 30 | × | 31,5 | 33,0 | + 1,5 | 9,2 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 34,5 | 46,0 | +11,5 | 10,3 | |
| 16 30 | 17 30 | × | 47,2 | 48,2 | + 1,0 | 10,7 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 49,7 | 61,7 | +12,0 | 10,8 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 63,4 | 64,8 | + 1,4 | 10,8 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 66,4 | 78,8 | +12,4 | | |

*25 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 36,0 | 43,3 | + 7,3 | | Despejado y sereno. |
| 56 30 | 57 30 | × | 43,8 | 43,4 | — 0,4 | 7,8 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 43,7 | 51,2 | + 7,5 | 7,8 | |
| 59 30 | 4h0 30 | × | 51,7 | 51,5 | — 0,2 | 7,6 | |
| 4h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 51,8 | 59,0 | + 7,2 | | |

26 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7ʰ40′30″ | 41′31″ | ⊙ | 30,8 | 33,4 | + 2,6 | | Despejado. Brisa apenas sensible. Alguna neblina en los valles. Salida del sol bellísima. |
| 42 0 | 43 0 | × | 34,0 | 34,2 | + 0,2 | 2,3 | |
| 43 30 | 44 30 | ⊙ | 34,5 | 37,0 | + 2,5 | 2,5 | |
| 45 0 | 46 0 | × | 37,3 | 37,2 | — 0,1 | 2,7 | |
| 46 30 | 47 30 | ⊙ | 37,3 | 40,0 | + 2,7 | 2,9 | |
| 48 0 | 49 0 | × | 40,0 | 39,8 | — 0,2 | 3,0 | |
| 49 30 | 50 30 | ⊙ | 39,9 | 42,7 | + 2,8 | 3,0 | |
| 51 0 | 52 0 | × | 42,8 | 42,7 | — 0,1 | 2,9 | |
| 52 30 | 53 30 | ⊙ | 42,8 | 45,5 | + 2,7 | | |

26 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9ʰ19′ 0″ | 20′ 0″ | ⊙ | 66,0 | 75,7 | + 9,7 | | Despejado. Brisa apenas sensible. Alguna bruma en direccion del valle del rio. |
| 20 30 | 21 30 | × | 76,8 | 78,0 | + 1,2 | 9,0 | |
| 22 0 | 23 0 | ⊙ | 31,0 | 41,5 | +10,5 | 9,2 | |
| 23 30 | 24 30 | × | 42,8 | 44,2 | + 1,4 | 9,5 | |
| 25 0 | 26 0 | ⊙ | 45,2 | 56,5 | +11,3 | 10,1 | |
| 26 30 | 27 30 | × | 58,0 | 59,0 | + 1,0 | 10,6 | |
| 28 0 | 29 0 | ⊙ | 60,2 | 72,2 | +12,0 | | |

26 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 31,5 | 44,2 | +12,7 | | Despejado. |
| 16 30 | 17 30 | × | 45,5 | 46,5 | + 1,0 | 12,2 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 47,7 | 61,5 | +13,8 | 12,8 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 63,5 | 64,0 | + 1,0 | 13,5 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 65,5 | 80,8 | +15,3 | 14,4 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 82,2 | 83,0 | + 0,8 | 14,7 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 50,5 | 66,2 | +15,7 | | |

26 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 31,2 | 46,5 | +15,3 | | Despejado. |
| 56 30 | 57 30 | × | 47,7 | 48,0 | + 0,3 | 15,3 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 49,0 | 65,0 | +16,0 | 15,7 | |
| 59 30 | 1h0 30 | × | 66,2 | 66,5 | + 0,3 | 16,2 | |
| 1h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 68,0 | 85,0 | +17,0 | 16,7 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 86,0 | 86,3 | + 0,3 | 16,8 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 40,7 | 58,0 | +17,3 | | |

26 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 58,5 | 72,8 | +14,3 | | Despejado. |
| 31 30 | 32 30 | × | 73,0 | 72,3 | — 0,7 | 15,1 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 72,5 | 87,0 | +14,5 | 15,4 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 87,4 | 86,3 | — 1,1 | 15,5 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 31,2 | 45,5 | +14,3 | 15,2 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 46,2 | 45,5 | — 0,7 | 15,1 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 46,0 | 60,5 | +14,5 | 15,3 | |
| 40 30 | 41 30 | × | 60,9 | 60,0 | — 0,9 | 15,7 | |
| 42 0 | 43 0 | ⊙ | 60,3 | 75,5 | +15,2 | | |

26 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 38,0 | 50,5 | +12,5 | | Despejado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 51,7 | 52,2 | + 0,5 | 12,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 53,8 | 67,5 | +13,7 | 13,5 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 68,8 | 68,7 | — 0,1 | 14,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 69,8 | 85,0 | +15,2 | 15,2 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 86,2 | 86,4 | + 0,2 | 15,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 39,7 | 55,0 | +15,3 | | |

26 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 33,0 | 38,0 | + 5,0 | | |
| 11 30 | 12 30 | × | 38,2 | 38,0 | — 0,2 | 5,2 | Despejado el espacio. |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 38,5 | 43,5 | + 5,0 | 5,1 | Una faja de cirrus en |
| 14 30 | 15 30 | × | 44,0 | 44,0 | — 0,0 | 5,0 | el horizonte. Brisa ape- |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 44,5 | 49,5 | + 5,0 | 4,9 | nas sensible. |
| 17 30 | 18 30 | × | 49,8 | 50,0 | + 0,2 | 4,7 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 50,2 | 55,1 | + 4,9 | 4,7 | |
| 20 30 | 21 30 | × | 55,5 | 55,6 | + 0,1 | 4,4 | |
| 22 0 | 23 0 | ⊙ | 56,0 | 60,2 | + 4,2 | 4,3 | |
| 23 30 | 24 30 | × | 60,5 | 60,2 | — 0,3 | 3,4 | |
| 25 0 | 26 0 | ⊙ | 60,2 | 62,2 | + 2,0 | 2,4 | |
| 26 30 | 27 30 | × | 62,0 | 61,5 | — 0,5 | 2,1 | |
| 28 0 | 29 0 | ⊙ | 61,5 | 62,8 | + 1,3 | | El sol próximo al horizonte, detrás de la banda de cirrus citada. |

28 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h12′ 0″ | 13′ 0″ | ⊙ | 33,2 | 44,8 | +11,6 | | |
| 13 30 | 14 30 | × | 47,5 | 50,0 | + 2,5 | 9,1 | El disco solar en medio |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 51,8 | 63,5 | +11,7 | 9,1 | de cirro-stratus muy |
| 16 30 | 17 30 | × | 65,5 | 68,2 | + 2,7 | 9,8 | ténues, que desaparecen |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 70,0 | 84,0 | +14,0 | 12,4 | gradualmente por la accion térmica |
| 19 30 | 20 30 | × | 86,2 | 88,8 | + 2,6 | 11,4 | del sol. |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 31,2 | 45,2 | +14,0 | 11,4 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 48,0 | 50,7 | + 2,7 | 12,0 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 52,5 | 68,0 | +15,5 | | |

*29 de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ʰ30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 25,5 | 28,2 | + 4,7 | | El disco solar se percibe muy claro. Alguna niebla en direccion de los rios, y mas densa en la parte S. O. del horizonte. Brisa. |
| 31 30 | 32 30 | × | 28,5 | 28,5 | — 0,0 | 5,0 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 28,7 | 34,0 | + 5,3 | 5,1 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 34,2 | 34,5 | + 0,3 | 5,1 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 34,7 | 40,2 | + 5,5 | 5,3 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 40,7 | 40,7 | — 0,0 | 5,7 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 47,0 | 41,0 | + 6,0 | | |

*29 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 28,8 | 41,0 | +12,2 | | Despejado, con alguna niebla en el horizonte, y mas principalmente en el S. O. Brisa. |
| 31 30 | 32 30 | × | 42,2 | 43,0 | + 0,8 | 12,1 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 44,7 | 58,0 | +13,3 | 12,4 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 59,5 | 60,5 | + 1,0 | 12,9 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 62,2 | 76,8 | +14,6 | 13,6 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 78,5 | 79,5 | + 1,0 | 13,8 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 50,3 | 65,4 | +15,1 | | |

*29 de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 32,0 | 42,0 | +10,0 | | Despejado y sereno. Brisa apenas sensible. |
| 56 30 | 57 30 | × | 43,0 | 43,0 | — 0,0 | 10,3 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 43,8 | 54,5 | +10,7 | 10,6 | |
| 59 30 | 3ʰ0′30 | × | 55,5 | 55,8 | + 0,3 | 11,1 | |
| 3 1 0 | 2 0 | ⊙ | 56,7 | 68,5 | +11,8 | 11,6 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 69,5 | 69,7 | + 0,2 | 12,0 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 70,5 | 83,0 | +12,5 | | |

*30 de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 26,7 | 39,5 | +12,8 | | |
| 11 30 | 12 30 | × | 41,2 | 43,0 | + 1,8 | 12,3 | Despejado el espacio atmosférico, con alguna niebla en el horizonte. |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 43,5 | 59,0 | +15,5 | 13,9 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 60,5 | 62,0 | + 1,5 | 14,1 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 64,0 | 79,8 | +15,8 | 14,6 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 81,3 | 82,2 | + 0,9 | 14,4 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 31,2 | 46,0 | +14,8 | 13,8 | |
| 20 30 | 21 30 | × | 47,8 | 49,0 | + 1,2 | 13,8 | |
| 22 0 | 23 0 | ⊙ | 50,8 | 66,0 | +15,2 | | |

*30 de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 34,0 | 45,2 | +11,2 | | |
| 1 30 | 2 30 | × | 46,7 | 46,8 | + 0,7 | 11,1 | Despejado. Alguna niebla en el horizonte por el 2.º y 3.ᵉʳ cuadrante. |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 48,0 | 60,5 | +12,5 | 12,0 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 62,2 | 62,5 | + 0,3 | 12,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 63,8 | 77,2 | +13,4 | 13,1 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 78,5 | 78,8 | + 0,3 | 12,6 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 30,8 | 43,3 | +12,5 | | |

*31 de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ʰ35′ 0″ | 36′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 25,0 | + 3,0 | | |
| 36 30 | 37 30 | × | 25,5 | 26,0 | + 0,5 | 3,1 | Niebla en los valles. Algunos cirrus próximos al horizonte. Calma. |
| 38 0 | 39 0 | ⊙ | 26,5 | 30,8 | + 4,3 | 3,8 | |
| 39 30 | 40 30 | × | 31,5 | 32,0 | + 0,5 | 3,8 | |
| 41 0 | 42 0 | ⊙ | 32,7 | 37,0 | + 4,3 | | |
| 43 30 | 44 30 | ⊙ | 38,0 | 42,7 | + 4,7 | | |
| 45 0 | 46 0 ⎱ | × | 43,0 | 43,3 | + 0,3 | 4,7 | |
| 46 30 | 47 30 ⎰ | ⊙ | 43,7 | 49,0 | + 5,3 | | |

31 *de diciembre.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h42′ 0″ | 43′ 0″ | ⊙ | 2,0 | 13,5 | 11,5 | | Neblina en el horizonte. Algunos cirrus muy distantes del disco solar. Brisa apenas sensible. |
| 43 30 | 44 30 | × | 15,0 | 16,0 | + 1,0 | 11,1 | |
| 45 0 | 46 0 | ⊙ | 17,5 | 30,2 | 12,7 | 11,7 | |
| 46 30 | 47 30 | × | 32,0 | 33,0 | + 1,0 | 12,0 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 34,2 | 47,5 | +13,3 | 12,1 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 49,0 | 50,5 | + 1,5 | 12,5 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 51,8 | 66,5 | +14,7 | | |

31 *de diciembre.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 21,0 | 27,7 | + 6,7 | | Neblina en el 2.° y 3.er cuadrante. Brisa apenas sensible. Sol muy claro. |
| 31 30 | 32 30 | × | 28,5 | 29,0 | + 0,5 | 6,7 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 29,7 | 37,5 | + 7,8 | 7,3 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 38,5 | 39,0 | + 0,5 | 7,5 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 39,8 | 48,0 | + 8,2 | | |

1.° *de enero de* 1855.

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h30′ 0″ | 31 0″ | ⊙ | 30,0 | 34,2 | + 4,3 | | Cirro-stratus muy trasparentes en las inmediaciones del disco solar. Niebla que llega por el S. O. y se halla muy próxima. Brisa. |
| 31 30 | 32 30 | × | 35,2 | 36,0 | + 0,8 | 4,0 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 36,5 | 41,8 | + 5,3 | 4,8 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 42,7 | 43,0 | + 0,3 | 5,3 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 43,5 | 49,5 | + 6,0 | 5,7 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 50,2 | 50,5 | + 0,3 | 6,2 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 51,0 | 58,0 | + 7,0 | | |

*3 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h35′ 0″ | 36′ 0″ | ⊙ | 24,5 | 38,8 | +14,3 | | Despejado. |
| 36 30 | 37 30 | × | 40,5 | 41,5 | + 1,0 | 13,8 | |
| 38 0 | 39 0 | ⊙ | 43,2 | 58,5 | +15,3 | 14,2 | |
| 39 30 | 40 30 | × | 60,0 | 61,2 | + 1,2 | 14,4 | |
| 41 0 | 42 0 | ⊙ | 62,8 | 78,7 | +15,9 | | |

*4 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 22,7 | 35,5 | +12,8 | | Despejado. |
| 31 30 | 32 30 | × | 36,8 | 37,8 | + 1,0 | 12,5 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 39,2 | 53,5 | +14,3 | 13,3 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 54,8 | 55,8 | + 1,0 | 13,7 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 57,4 | 72,5 | +15,1 | 14,4 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 73,8 | 74,2 | + 0,4 | 14,6 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 30,5 | 54,5 | +15,0 | | |

*4 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 36,3 | 51,0 | +14,7 | | Despejado. |
| 31 30 | 32 30 | × | 51,8 | 51,7 | − 0,1 | 15,1 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 52,5 | 67,8 | +15,3 | 15,3 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 68,5 | 68,5 | − 0,0 | 15,5 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 69,5 | 85,2 | +15,7 | 15,7 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 86,0 | 86,0 | − 0,0 | 15,3 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 21,5 | 36,5 | +15,0 | | |

5 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ52′ 0″ | 53′ 0″ | ⊙ | 11,8 | 25,7 | +13,9 | | |
| 53 30 | 54 30 | × | 27,0 | 27,2 | + 0,2 | 13,9 | Atmósfera despejada, pero con alguna neblina en la direccion S., S. O., O. Brisa. |
| 55 0 | 56 0 | ⊙ | 28,5 | 42,8 | +14,3 | 14,4 | |
| 56 30 | 57 30 | × | 45,8 | 45,5 | — 0,3 | 14,7 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 45,0 | 59,5 | +14,5 | 14,9 | |
| 59 30 | 1ʰ0′ 30 | × | 60,2 | 59,8 | — 0,4 | 15,0 | |
| 1ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 60,7 | 75,5 | +14,8 | | |

6 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ʰ44′ 0″ | 45′ 0″ | ⊙ | 36,0 | 43,5 | + 7,5 | | Espacio atmosférico despejado. Alguna neblina en el horizonte. Brisa fuerte. |
| 45 30 | 46 30 | × | 44,5 | 45,5 | + 1,0 | 6,5 | |
| 47 0 | 48 0 | ⊙ | 46,5 | 54,0 | + 7,5 | 6,7 | |
| 48 30 | 49 30 | × | 55,0 | 55,7 | + 0,7 | 7,2 | |
| 50 0 | 51 0 | ⊙ | 56,5 | 64,8 | + 8,3 | 7,7 | |
| 51 30 | 52 30 | × | 65,5 | 66,0 | + 0,5 | 8,1 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 66,5 | 75,0 | + 8,9 | | |

6 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10ʰ28′ 0″ | 29′ 0″ | ⊙ | 35,0 | 48,4 | +13,4 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 29 30 | 30 30 | × | 50,0 | 51,5 | + 1,5 | 12,2 | |
| 31 0 | 32 0 | ⊙ | 53,0 | 67,0 | +14,0 | 13,1 | |
| 32 30 | 33 30 | × | 68,4 | 63,8 | + 0,4 | 13,6 | |
| 34 0 | 35 0 | ⊙ | 69,8 | 83,8 | +14,0 | 13,7 | |
| 35 30 | 36 30 | × | 84,8 | 85,0 | + 0,2 | 13,3 | |
| 37 0 | 38 0 | ⊙ | 23,5 | 36,5 | +13,0 | | |

*6 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^{h}51'\ 0''$ | $52'\ 0''$ | ⊙ | 21,0 | 36,0 | +15,0 | | |
| 52 30 | 53 30 | × | 37,7 | 38,0 | + 0,3 | 15,3 | Despejado. Brisa fuerte. |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 39,2 | 55,5 | +16,3 | 16,2 | |
| 55 30 | 56 30 | × | 57,0 | 57,0 | 0,0 | 15,9 | |
| 57 0 | 58 0 | ⊙ | 58,2 | 73,7 | +15,5 | 15,5 | |
| 58 30 | 59 30 | × | 75,0 | 75,0 | 0,0 | 15,6 | |
| $12^{h}$ 0 0 | 1 0 | ⊙ | 75,7 | 91,4 | +15,7 | | |

*6 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $12^{h}40'\ 0''$ | $41'\ 0''$ | ⊙ | 24,5 | 37,5 | +13,0 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 41 30 | 42 30 | × | 38,0 | 37,7 | — 0,3 | 13,8 | |
| 43 0 | 44 0 | ⊙ | 38,5 | 52,5 | +14,0 | 14,4 | |
| 44 30 | 45 30 | × | 53,4 | 53,0 | — 0,4 | 14,9 | |
| 46 0 | 47 0 | ⊙ | 53,8 | 68,8 | +15,0 | 15,5 | |
| 47 30 | 48 30 | × | 69,5 | 69,0 | — 0,5 | 15,7 | |
| 49 0 | 50 0 | ⊙ | 70,0 | 85,5 | +15,5 | 15,9 | |
| 50 30 | 51 30 | × | 86,0 | 85,7 | — 0,3 | 15,8 | |
| 52 0 | 53 0 | ⊙ | 30,8 | 46,2 | +15,4 | 15,7 | |
| 53 30 | 54 30 | × | 47,0 | 46,8 | — 0,2 | 16,0 | |
| 55 0 | 56 0 | ⊙ | 47,8 | 64,0 | +16,2 | | |

*6 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^{h}\ 8'\ 0''$ | $9'\ 0''$ | ⊙ | 19,8 | 34,8 | +15,0 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 9 30 | 10 30 | × | 35,2 | 34,3 | — 0,9 | 15,9 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 34,5 | 49,5 | +15,0 | 16,0 | |

*6 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ12′30″ | 13′30″ | × | 49,5 | 48,5 | — 1,2 | 16,7 | Despejado. Brisa fresca. |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 48,8 | 64,8 | +16,0 | 17,6 | |
| 15 30 | 16 30 | × | 64,8 | 62,8 | — 2,0 | 18,0 | |
| 17 0 | 18 0 | ⊙ | 63,0 | 79,0 | +16,0 | 18,0 | |
| 18 30 | 19 30 | × | 79,2 | 77,2 | — 2,0 | 18,0 | |
| 20 0 | 21 0 | ⊙ | 31,0 | 47,0 | +16,0 | 17,7 | |
| 21 30 | 22 30 | × | 47,2 | 45,7 | — 1,5 | 17,9 | |
| 23 0 | 24 0 | ⊙ | 45,7 | 62,5 | +16,8 | 18,6 | |
| 24 30 | 25 30 | × | 62,5 | 60,3 | — 2,2 | 18,7 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 60,7 | 77,0 | +16,3 | 18,6 | |
| 27 30 | 28 30 | × | 76,8 | 74,4 | — 2,4 | 18,6 | |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 75,0 | 91,2 | +16,2 | | |

*6 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 14,2 | 27,0 | +12,8 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 56 30 | 57 30 | × | 27,2 | 24,8 | — 2,4 | 15,8 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 24,4 | 38,5 | +14,1 | 16,3 | |
| 59 30 | 2ʰ0′30 | × | 38,4 | 36,3 | — 2,1 | 16,2 | |
| 2ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 36,0 | 50,2 | +14,2 | 16,5 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 49,8 | 47,2 | — 2,6 | 17,2 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 49,0 | 62,0 | +15,0 | | |

*6 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 32,0 | 44,4 | +12,4 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 51 30 | 52 30 | × | 44,5 | 43,5 | — 1,0 | 13,4 | |

*6 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h53′ 0″ | 54′ 0″ | ⊙ | 43,5 | 56,0 | +12,5 | 13,6 | Despejado. Brisa fresca. |
| 54 30 | 55 30 | × | 56,0 | 54,7 | — 1,3 | 14,0 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 54,7 | 67,7 | +13,0 | 14,5 | |
| 57 30 | 58 30 | × | 67,8 | 66,0 | — 1,8 | 15,0 | |
| 59 0 | 3h0′ 0 | ⊙ | 66,0 | 79,5 | +13,5 | | |

*6 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 40,5 | 47,5 | + 7,0 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 1 30 | 2 30 | × | 48,0 | 48,5 | + 0,5 | 6,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 49,0 | 56,2 | + 7,2 | 6,9 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 56,8 | 57,0 | + 0,2 | 6,8 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 57,7 | 64,6 | + 6,9 | | |

*9 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 57,0 | 70,0 | +13,0 | | Algunos cirrus á larga distancia del disco solar. En los dos dias anteriores, niebla estratificada á mucha altura cubriendo todo el espacio, hasta que en el dia 8 quedó despejada y bella la noche, en la cual escintilaban las estrellas con viveza por causa del estado vaporoso de la atmósfera. |
| 1 30 | 2 30 | × | 72,0 | 74,5 | + 2,5 | 10,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 76,3 | 89,8 | +13,5 | 10,9 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 91,8 | 94,5 | + 2,7 | 11,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 31,8 | 46,5 | +14,7 | 12,0 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 48,8 | 51,5 | + 2,7 | 12,5 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 53,8 | 69,5 | +15,7 | 12,9 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 71,5 | 74,5 | + 3,0 | 13,0 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 42,6 | 59,0 | +16,4 | 13,5 | |
| 13 30 | 14 30 | × | 61,8 | 65,0 | + 3,2 | 14,0 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 67,5 | 85,5 | +18,0 | | |

*9 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h27′ 0″ | 28′ 0″ | ⊙ | 21,5 | 31,5 | +10,0 | | Despejado. Brisa. |
| 28 30 | 29 30 | × | 33,0 | 34,7 | + 1,7 | 7,8 | |
| 30 0 | 31 0 | ⊙ | 36,0 | 45,0 | + 9,0 | 7,3 | |
| 31 30 | 32 30 | × | 46,3 | 48,0 | + 1,7 | 7,5 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 49,3 | 58,7 | + 9,4 | | |

*10 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 25,5 | 38,8 | +13,3 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 11 30 | 12 30 | × | 39,7 | 39,7 | 0,0 | 13,5 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 40,7 | 54,5 | +13,8 | 13,8 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 55,0 | 55,0 | 0,0 | 14,6 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 56,0 | 71,5 | +15,5 | 15,7 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 72,5 | 72,3 | — 0,2 | 14,8 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 21,0 | 34,8 | +13,8 | | |

*14 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,7 | 26,3 | + 5,6 | | Cirrus delicados delante del disco solar, formándose una corona luminosa en derredor de aquel. Brisa apenas sensible. |
| 1 30 | 2 30 | × | 27,8 | 28,8 | + 1,0 | 4,8 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 29,5 | 35,5 | + 6,0 | 5,0 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 36,8 | 37,7 | + 0,9 | 5,7 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 38,2 | 45,5 | + 7,3 | | |

*14 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 47,0 | 59,0 | +12,0 | | Corona solar, hallándose cubierto el disco por cirrus lijeros. Alguna niebla en direccion N. O. Brisa apenas sensible. |
| 16 30 | 17 30 | × | 60,2 | 61,5 | + 1,3 | 11,4 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 63,0 | 76,5 | +13,5 | 12,2 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 77,7 | 79,0 | + 1,3 | 12,0 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 43,5 | 56,7 | +13,2 | 12,1 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 58,2 | 59,2 | + 1,0 | 12,8 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 60,7 | 75,0 | +14,3 | | |

*14 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 13,7 | 28,7 | +15,0 | | El disco solar en medio de algunos cirrus delicados. Brisa apenas sensible. |
| 16 30 | 17 30 | × | 29,5 | 28,5 | — 1,0 | 15,7 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 29,4 | 43,8 | +14,4 | 15,4 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 44,5 | 43,5 | — 1,0 | 15,7 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 44,5 | 59,5 | +15,0 | 16,2 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 60,0 | 58,7 | — 1,3 | 16,7 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 59,5 | 74,5 | +15,0 | | |

*14 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 30,5 | 43,5 | +13,0 | | Cirrus en las inmediaciones del disco solar. Brisa apenas sensible. |
| 11 30 | 12 30 | × | 44,0 | 43,0 | — 1,0 | 14,7 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 43,5 | 57,0 | +14,5 | 15,8 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 57,2 | 55,6 | — 1,6 | 15,8 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 56,0 | 70,0 | +14,0 | 15,4 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 70,2 | 69,0 | — 1,2 | 16,2 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 69,7 | 85,6 | +15,9 | | |

## 14 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 21,7 | 33,4 | +11,7 | | Cirrus próximos al disco solar. Brisa apenas sensible. |
| 56 30 | 57 30 | × | 33,7 | 32,5 | — 1,2 | 13,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 32,6 | 44,7 | +11,9 | 13,2 | |
| 59 30 | 3h0 30 | × | 45,0 | 43,5 | — 1,5 | 13,7 | |
| 3h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 43,5 | 56,0 | +12,5 | 13,8 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 56,5 | 55,4 | — 1,1 | 13,8 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 55,7 | 68,5 | +12,8 | | |

## 15 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h35′ 0″ | 36′ 0″ | ⊙ | 17,5 | 18,5 | + 1,0 | | Cirrus en las inmediaciones del disco solar. Brisa. |
| 36 30 | 37 30 | × | 18,5 | 18,4 | — 0,1 | 1,3 | |
| 38 0 | 39 0 | ⊙ | 18,2 | 19,5 | + 1,3 | 1,5 | |
| 39 30 | 40 30 | × | 19,5 | 19,2 | — 0,3 | 1,5 | |
| 41 0 | 42 0 | ⊙ | 19,2 | 20,2 | + 1,0 | 1,3 | |
| 42 30 | 43 30 | × | 20,0 | 19,8 | — 0,2 | 1,1 | |
| 44 0 | 45 0 | ⊙ | 19,7 | 20,5 | + 0,8 | 1,1 | |
| 45 30 | 46 30 | × | 20,4 | 20,0 | — 0,4 | 1,4 | |
| 47 0 | 48 0 | ⊙ | 20,0 | 21,2 | + 1,2 | | |

## 15 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h46′ 0″ | 47′ 0″ | ⊙ | 20,6 | 25,4 | + 4,8 | | Cirrus próximos al disco solar. |
| 47 30 | 48 30 | × | 26,2 | 26,8 | — 0,6 | 4,3 | |
| 49 0 | 50 0 | ⊙ | 27,5 | 32,5 | + 5,0 | 4,5 | |
| 50 30 | 51 30 | × | 33,5 | 34,0 | + 0,5 | 4,7 | |
| 52 0 | 53 0 | ⊙ | 34,5 | 40,0 | + 5,5 | | |

*16 de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 19,0 | 29,5 | +10,5 | | Niebla por la mañana y por la tarde. Despejado tan solo desde las 12 hasta pasadas las 4 de la tarde. |
| 16 30 | 17 30 | × | 31,0 | 32,5 | + 1,5 | 9,6 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 34,2 | 46,0 | +11,8 | 10,3 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 47,7 | 49,2 | + 1,5 | 11,2 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 50,7 | 64,2 | +13,5 | 12,0 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 66,0 | 67,5 | + 1,5 | 12,1 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 69,2 | 82,8 | +13,6 | 12,0 | |
| 25 30 | 26 30 | × | 84,2 | 85,8 | + 1,6 | 12,0 | |
| 25 0 | 28 0 | ⊙ | 21,8 | 35,5 | +13,7 | | |

*16 de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,0 | 29,5 | + 9,5 | | Despejado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 30,5 | 30,8 | + 0,3 | 9,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 31,5 | 42,4 | +10,9 | 10,7 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 43,4 | 43,5 | + 0,1 | 11,0 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 44,2 | 55,4 | +11,2 | 11,2 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 56,5 | 56,5 | 0,0 | 11,5 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 57,5 | 69,3 | +11,8 | 11,6 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 70,2 | 70,7 | + 0,5 | 11,2 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 71,5 | 83,2 | +11,7 | 11,5 | |
| 13 30 | 14 30 | × | 84,0 | 84,0 | 0,0 | 11,5 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 49,0 | 60,3 | +11,3 | | |

16 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3^h57'\ 0''$ | $58'\ 0''$ | ⊙ | 11,5 | 17,7 | + 6,2 | | El disco solar próximo á un banco de cirro-stratus. Horizonte brumoso. |
| 58 30 | 59 30 | × | 17,8 | 17,2 | — 0,6 | 7,0 | |
| $4^h$ 0 0 | 1 0 | ⊙ | 17,2 | 23,7 | + 6,5 | 7,0 | |
| 1 30 | 2 30 | × | 24,0 | 23,5 | — 0,5 | 7,0 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 23,5 | 30,0 | + 6,5 | | |
| | | | 17 *de enero.* | | | | |
| $2^h46'\ 0''$ | $47'\ 0''$ | ⊙ | 41,7 | 50,7 | + 9,0 | | El disco solar claro, pero entre cirro-cúmulus densos que cubren la mayor parte del espacio atmosférico. Brisa apenas sensible. |
| 47 30 | 48 30 | × | 51,6 | 52,0 | + 0,4 | 8,8 | |
| 49 0 | 50 0 | ⊙ | 53,5 | 63,0 | + 9,5 | 9,0 | |
| 50 30 | 51 30 | × | 64,0 | 64,5 | + 0,5 | 9,1 | |
| 52 0 | 53 0 | ⊙ | 21,0 | 30,7 | + 9,7 | | |
| | | | 20 *de enero.* | | | | |
| $8^h10'\ 0''$ | $11'\ 0''$ | ⊙ | 22,5 | 23,7 | + 1,2 | | Despejado. Brisa fresca. En la noche anterior, nieves que han cubierto el suelo. |
| 11 30 | 12 30 | × | 24,0 | 24,5 | + 0,5 | 1,1 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 25,0 | 27,0 | + 2,0 | 1,5 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 27,0 | 28,0 | + 0,5 | 1,3 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 28,4 | 30,0 | + 1,6 | | |
| | | | 20 *de enero.* | | | | |
| $9^h10'\ 0''$ | $11'\ 0''$ | ⊙ | 31,2 | 34,7 | + 3,5 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 11 30 | 12 30 | × | 35,5 | 35,8 | + 0,3 | 3,4 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 36,2 | 40,2 | + 4,0 | 3,7 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 41,2 | 41,5 | + 0,3 | 3,9 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 42,0 | 46,5 | + 4,5 | | |

20 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ45′ 0″ | 46′ 0″ | ⊙ | 51,7 | 56,7 | + 5,0 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 46 30 | 47 30 | × | 57,0 | 57,5 | + 0,5 | 4,6 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 58,0 | 63,2 | + 5,2 | 5,0 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 64,0 | 64,0 | — 0,0 | 5,4 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 64,5 | 70,0 | + 5,5 | | |

21 *de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 22,5 | 30,3 | + 7,8 | | Muchos cúmulus en todo el espacio. Se observó el sol en un claro que dejaban los cirrus acumulados. Brisa fuerte. |
| 1 30 | 2 30 | × | 31,5 | 32,8 | + 1,3 | 4,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 33,5 | 37,8 | + 4,3 | | |
| 4 30 | 5 30 | ⊙ | 42,3 | 53,0 | +10,7 | | |
| 6 0 | 7 0 | × | 54,8 | 56,5 | + 1,7 | 9,4 | |
| 7 30 | 8 30 | ⊙ | 57,7 | 69,2 | +11,5 | 9,9 | |
| 9 0 | 10 0 | × | 71,0 | 72,5 | + 1,5 | 10,2 | |
| 10 30 | 11 30 | ⊙ | 74,5 | 86,5 | +12,0 | | |

25 *de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9ʰ23′ 0″ | 24′ 0″ | ⊙ | 32,2 | 38,0 | + 5,8 | | Sol despejado en el punto en que se halla el disco solar. El resto del espacio atmosférico brumoso. |
| 24 30 | 25 30 | × | 39,2 | 40,2 | + 1,0 | 5,3 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 41,2 | 48,0 | + 6,8 | 5,7 | |
| 27 30 | 28 30 | × | 49,0 | 50,2 | + 1,2 | 5,5 | |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 51,0 | 57,5 | + 6,5 | | |

25 *de enero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^h$25′ 0″ | 26′ 0″ | ⊙ | 37,0 | 48,0 | +11,0 | | Los bordes del disco solar poco perceptibles. Apariencia de la atmósfera despejada. Brisa apenas sensible. |
| 26 30 | 27 30 | × | 49,4 | 50,5 | + 1,0 | 10,5 | |
| 28 0 | 29 0 | ⊙ | 51,8 | 63,8 | +12,0 | 11,0 | |
| 29 30 | 30 30 | × | 65,0 | 66,0 | + 1,0 | 11,5 | |
| 31 0 | 32 0 | ⊙ | 67,3 | 80,0 | +12,7 | 11,9 | |
| 32 30 | 33 30 | × | 81,5 | 82,2 | + 0,7 | 12,0 | |
| 34 0 | 35 0 | ⊙ | 52,0 | 64,6 | +12,6 | | |

25 *de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $2^h$30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 32,6 | 45,0 | +12,4 | | Disco solar despejado. Algunos bancos de cirro-stratus en el espacio. |
| 31 30 | 32 30 | × | 46,5 | 46,8 | + 0,3 | 12,5 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 48,5 | 61,8 | +13,3 | 13,0 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 63,2 | 63,5 | + 0,3 | 13,4 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 65,0 | 79,2 | +14,2 | 14,0 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 80,5 | 80,7 | + 0,2 | 14,4 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 62,0 | 77,0 | +15,0 | | |

25 *de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $4^h$ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 40,5 | 47,5 | + 7,0 | | Disco solar despejado, muy próximo á un banco de cirro-stratus que se estiende hasta el horizonte. El resto del espacio atmosférico aborregado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 48,5 | 49,5 | + 1,0 | 6,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 50,2 | 57,8 | + 7,6 | 6,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 58,8 | 59,5 | + 0,7 | 7,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 60,4 | 68,5 | + 8,1 | | |

*4 de febrero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h20′ 0″ | 21′ 0″ | ⊙ | 69,5 | 77,5 | + 8,0 | | |
| 21 30 | 22 30 | × | 78,7 | 79,5 | + 0,8 | 7,4 | Cirro-stratus y cirro-cúmulus que pasan á cada momento por delante del disco solar. Viento fuerte. |
| 23 0 | 24 0 | ⊙ | 30,5 | 39,0 | + 8,5 | 7,9 | |
| 24 30 | 25 30 | × | 40,0 | 40,5 | + 0,5 | 7,0 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 42,0 | 48,5 | + 6,5 | 6,4 | |
| 27 30 | 28 30 | × | 48,8 | 48,5 | − 0,3 | 7,9 | |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 48,7 | 57,5 | + 8,8 | 9,1 | |
| 30 30 | 31 30 | × | 58,0 | 57,7 | − 0,3 | 9,1 | |
| 32 0 | 33 0 | ⊙ | 58,0 | 66,8 | + 8,8 | | |

*11 de febrero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 21,7 | 31,0 | + 9,3 | | Grandes cúmulus que cubren la mayor parte del espacio. Se observó el sol en un claro de aquellas nubes. Trascurria el temporal de lluvias. Viento fuerte. |
| 1 30 | 2 30 | × | 32,3 | 33,5 | + 1,2 | 8,0 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 34,0 | 43,0 | + 9,0 | 7,9 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 44,2 | 45,2 | + 1,0 | 8,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 46,5 | 56,6 | +10,1 | 9,1 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 57,8 | 58,7 | + 0,9 | 9,3 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 59,6 | 70,0 | +10,4 | | |

*14 de febrero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 32,0 | 45,2 | +13,2 | | Grandes cirro-cúmulus que cubren la mayor parte del espacio. Corona apenas sensible en derredor del Sol. Viento fuerte. |
| 51 30 | 52 30 | × | 47,0 | 49,0 | + 2,0 | 11,7 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 50,8 | 64,0 | +14,2 | 12,3 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 65,7 | 67,5 | + 1,8 | 12,4 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 69,5 | 83,7 | +14,2 | 12,5 | |
| 57 30 | 58 30 | × | 85,2 | 86,8 | + 1,6 | 12,4 | |
| 59 0 | 1h0′ 0 | ⊙ | 31,8 | 45,6 | +13,8 | | |

*26 de febrero.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h 3′ 0″ | 4′ 0″ | ⊙ | 32,7 | 49,5 | +16,8 | | El sol próximo á los bordes de un cirro-cúmulus denso. Viento fuerte. |
| 4 30 | 5 30 | × | 51,3 | 51,8 | + 0,5 | 15,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 54,0 | 69,5 | +15,5 | 15,3 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 70,8 | 70,8 | 0,0 | 14,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 72,2 | 85,7 | +13,5 | | El sol dentro del cirrus anterior. |

*27 de febrero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h37′ 0″ | 38′ 0″ | ⊙ | 26,2 | 43,2 | +17,0 | | El sol próximo á algunos cirro-stratus muy ligeros. Viento fuerte. |
| 38 30 | 39 30 | × | 45,5 | 48,5 | + 3,0 | 14,9 | |
| 40 0 | 41 0 | ⊙ | 51,2 | 70,0 | +18,8 | 16,0 | |
| 41 30 | 42 30 | × | 72,0 | 74,7 | + 2,7 | 15,8 | |
| 43 0 | 44 0 | ⊙ | 24,5 | 42,7 | +18,2 | 15,9 | |
| 44 30 | 45 30 | × | 45,0 | 47,0 | + 2,0 | 15,6 | |
| 46 0 | 47 0 | ⊙ | 49,4 | 66,5 | +17,1 | | Cirrus delante del disco solar. |

*1.° de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 22,6 | 34,6 | +12,0 | | Algunos cirro-stratus muy ligeros, como gasa vaporosa estendida por el espacio. Brisa fresca. |
| 1 30 | 2 30 | × | 36,0 | 36,8 | + 0,8 | 11,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 38,0 | 50,5 | +12,5 | 11,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 51,3 | 52,0 | + 0,7 | 12,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 53,0 | 66,5 | +13,5 | 12,9 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 67,4 | 68,0 | + 0,6 | 13,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 69,2 | 82,8 | +13,6 | | |

*5 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 35,2 | 51,0 | +16,4 | | Observacion del sol en un claro que dejan grandes cúmulus. Viento fuerte. |
| 1 30 | 2 30 | × | 53,2 | 54,5 | + 1,3 | 12,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 56,5 | 68,0 | +11,5 | | |

*6 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 21,8 | 27,8 | + 6,0 | | Cirrus ligero en las inmediaciones del disco solar. |
| 56 30 | 57 30 | × | 28,8 | 29,8 | + 1,0 | 5,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 30,5 | 36,5 | + 6,0 | 5,2 | |
| 59 30 | 8h0′30 | × | 37,5 | 38,2 | + 0,7 | 5,5 | |
| 8h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 39,0 | 45,5 | + 6,5 | 5,9 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 46,4 | 47,0 | + 0,6 | 5,7 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 47,8 | 54,0 | + 6,2 | | |

*6 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 41,8 | 49,7 | + 8,9 | | Cirrus muy pequeños en las inmediaciones del disco solar. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 50,8 | 51,7 | + 0,9 | 8,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 52,2 | 61,7 | + 9,5 | 8,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 62,8 | 63,3 | + 0,5 | 9,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 64,4 | 74,6 | +10,2 | | |

*6 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 26,0 | 40,7 | +14,7 | | Despejado. Brisa. |
| 6 30 | 7 30 | × | 42,2 | 43,2 | + 1,0 | 14,0 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 44,5 | 59,8 | +15,3 | 14,5 | |

*6 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h 9′30″ | 10′30″ | × | 60,8 | 61,5 | + 0,7 | 15,6 | Despejado. Brisa. |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 62,5 | 79,8 | +17,3 | 16,5 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 80,8 | 81,7 | + 0,9 | 16,1 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 41,4 | 58,2 | +16,8 | | |

*6 de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 12,0 | 28,4 | +16,4 | | Despejado. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 29,5 | 29,2 | — 0,3 | 16,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 30,4 | 46,0 | +15,6 | 15,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 46,8 | 47,0 | + 0,2 | 16,2 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 48,6 | 65,8 | +17,2 | | |

*9 de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 23,5 | 43,0 | +19,5 | | Cirro-stratus en mucha parte del espacio atmosférico. Brisa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 45,2 | 47,8 | + 2,6 | 17,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 51,0 | 70,7 | +19,7 | 17,4 | |
| 59 30 | 1h0′30 | × | 72,5 | 74,5 | + 2,0 | 17,6 | |
| 1h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 33,0 | 52,5 | +19,5 | 17,8 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 54,5 | 56,0 | + 1,5 | 17,9 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 58,2 | 77,5 | +19,3 | | |

*9 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $2^h$10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 26,0 | 42,2 | +16,2 | | Cirro-stratus en la mayor parte del espacio atmosférico. Una hora despues todo cubierto por un estrato nebuloso uniforme. |
| 11 30 | 12 30 | × | 43,5 | 44,0 | + 0,5 | 15,7 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 45,5 | 61,7 | +16,2 | 15,6 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 62,6 | 63,4 | + 0,8 | 15,5 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 65,5 | 82,0 | +16,5 | | |

*14 de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^h$30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 22,2 | 24,7 | + 2,5 | | Despejado. Viento fresco. |
| 31 30 | 32 30 | × | 25,0 | 25,2 | + 0,2 | 2,2 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 25,2 | 28,0 | + 2,8 | 2,7 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 28,0 | 28,0 | 0,0 | 2,9 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 9,8 | 12,8 | + 3,0 | 3,0 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 13,0 | 13,0 | 0,0 | 3,2 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 13,0 | 16,4 | + 3,4 | | |

*14 de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $8^h$55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 8,0 | 19,6 | +11,6 | | Despejado. Viento fresco. |
| 56 30 | 57 30 | × | 22,0 | 24,0 | + 2,0 | 11,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 26,0 | 40,5 | +14,5 | 12,5 | |
| 59 30 | $9^h$0′30 | × | 42,5 | 44,6 | + 2,1 | 13,2 | |
| $8^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 11,8 | 28,0 | +16,2 | 13,9 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 30,0 | 32,6 | + 2,6 | 13,9 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 21,8 | 38,6 | +16,8 | | |

*14 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h30' 0''$ | $31' 0''$ | ⊙ | 14,5 | 29,5 | +15,0 | | |
| 31 30 | 32 30 | × | 31,0 | 32,2 | + 1,2 | 14,6 | Despejado. Viento fresco. |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 34,3 | 51,0 | +16,7 | 15,3 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 52,3 | 53,8 | + 1,5 | 15,8 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 25,5 | 43,3 | +17,8 | | |

*14 de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^h 0' 0''$ | $1' 0''$ | ⊙ | 32,0 | 48,4 | +16,4 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 1 30 | 2 30 | × | 49,2 | 49,5 | + 0,3 | 16,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 50,5 | 67,3 | +16,8 | 16,4 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 68,0 | 68,5 | + 0,5 | 17,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 69,5 | 87,0 | +18,5 | | |

*14 de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3^h 0' 0''$ | $1' 0''$ | ⊙ | 31,0 | 45,0 | +14,0 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 1 30 | 2 30 | × | 47,0 | 49,5 | + 2,5 | 12,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 51,5 | 67,5 | +16,0 | 13,1 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 69,7 | 73,0 | + 3,3 | 12,7 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 75,7 | 91,7 | +16,0 | | |

*16 de marzo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $8^h50' 0''$ | $51' 0''$ | ⊙ | 22,0 | 35,0 | +13,0 | | Algunos cirrus ligeros estendidos en el espacio. Horizonte con neblina. |
| 51 30 | 52 30 | × | 36,2 | 37,0 | + 0,8 | 12,5 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 38,0 | 51,2 | +13,2 | 12.5 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 52,3 | 52,9 | + 0,6 | 12,9 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 54,2 | 68,0 | +13,8 | | |

*16 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 23,0 | 39,0 | +16,0 | | Atmósfera despejada. Neblina en el horizonte. Brisa fresca. |
| 31 30 | 32 30 | × | 40,0 | 42,0 | + 1,8 | 14,6 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 43,7 | 60,5 | +16,8 | 15,1 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 62,0 | 63,7 | + 1,7 | 15,4 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 66,0 | 83,4 | +17,4 | 15,7 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 85,0 | 86,7 | + 1,7 | 16,1 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 52,0 | 70,5 | +18,5 | | |

*16 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h20′ 0″ | 21′ 0″ | ⊙ | 22,6 | 39,0 | +16,4 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 21 30 | 22 30 | × | 40,0 | 40,8 | + 0,8 | 15,7 | |
| 23 0 | 24 0 | ⊙ | 42,3 | 59,0 | +16,7 | 16,1 | |
| 24 30 | 25 30 | × | 60,2 | 60,7 | + 0,5 | 16,0 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 63,5 | 79,8 | +16,3 | | |

*16 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 21,5 | 40,5 | +19,0 | | Despejado. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 42,5 | 44,0 | + 1,5 | 18,2 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 46,5 | 67,0 | +20,5 | 18,9 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 69,2 | 71,0 | + 1,8 | 18,8 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 50,8 | 71,5 | +20,7 | | |

*16 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 11,8 | 26,0 | +14,2 | | Despejado. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 27,0 | 26,5 | − 0,5 | 15,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 27,8 | 43,2 | +15,4 | 15,8 | |

16 *de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | Lectura de la escala del Actinómetro. B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 4′30″ | 5′30″ | × | 44,0 | 43,7 | — 0,3 | 16,0 | Despejado. Brisa. |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 45,2 | 61,2 | +16,0 | | |

17 *de enero.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h45′ 0″ | 46′ 0″ | ⊙ | 50,7 | 54,8 | + 4,1 | | Despejado. Calma. Alguna neblina en el horizonte. |
| 46 30 | 47 30 | × | 53,3 | 55,7 | + 0,4 | 3,7 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 56,0 | 60,2 | + 4,2 | 3,9 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 60,6 | 60,8 | + 0,2 | 4,2 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 61,0 | 65,5 | + 4,5 | 4,4 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 65,8 | 65,9 | + 0,1 | 4,5 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 66,1 | 70,8 | + 4,7 | 4,7 | |
| 55 30 | 56 30 | × | 71,3 | 71,2 | — 0,1 | 5,5 | |
| 57 0 | 58 0 | ⊙ | 38,8 | 45,0 | + 6,2 | 6,3 | |
| 58 30 | 59 30 | × | 45,2 | 45,2 | 0,0 | 5,7 | |
| 7h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 45,2 | 50,5 | + 5,3 | 5,5 | |
| 1 30 | 2 30 | × | 51,0 | 50,6 | — 0,4 | 5,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 50,7 | 56,5 | + 5,8 | 6,2 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 56,8 | 56,4 | — 0,4 | 6,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 56,5 | 62,5 | + 6,0 | 6,4 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 62,8 | 62,4 | — 0,4 | 6,4 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,5 | 68,5 | + 6,0 | 6,4 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 68,8 | 68,4 | — 0,4 | 6,6 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 68,5 | 74,8 | + 6,3 | 6,7 | |
| 13 30 | 14 30 | × | 75,3 | 74,8 | — 0,5 | 6,9 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 75,0 | 81,5 | + 6,5 | | |

*19 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. | | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A inicial. | B final. | | | |
| 12h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 31,2 | 49,4 | +18,2 | | Despejado. Brisa apenas sensible. |
| 1 30 | 2 30 | × | 52,2 | 53,8 | + 1,6 | 17,1 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 56,0 | 75,2 | +19,2 | 17,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 76,5 | 78,2 | + 1,7 | 17,0 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 12,2 | 30,5 | +18,3 | | |

*19 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. | | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A inicial. | B final. | | | |
| 1h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 25,6 | 45,5 | +19,9 | | El mismo aspecto atmosférico anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 44,8 | 45,8 | + 1,0 | 19,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 47,6 | 68,4 | +20,8 | 20,1 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 69,2 | 69,7 | + 0,5 | 20,0 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 71,2 | 91,5 | +20,3 | | |

*19 de marzo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. | | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A inicial. | B final. | | | |
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 13,2 | 30,0 | +16,8 | | El mismo aspecto atmosférico anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 32,0 | 34,5 | + 2,5 | 14,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 36,5 | 53,3 | +16,8 | 14,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 55,5 | 57,5 | + 2,0 | 15,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 59,5 | 77,6 | +18,1 | | |

*1.° de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. | | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A inicial. | B final. | | | |
| 9h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 23,0 | 29,0 | + 6,0 | 5,2 | El espacio atmosférico vaporoso. Brisa fresca. |
| 31 30 | 32 30 | × | 29,8 | 30,8 | + 1,0 | 5,5 | |

*1.° de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9h33′ 0″ | 34′ 0″ | ⊙ | 31,5 | 38,0 | + 6,5 | 5,5 | El espacio atmosférico vaporoso. Brisa fresca. |
| 34 30 | 35 30 | × | 39,0 | 40,0 | + 1,0 | 5,7 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 41,0 | 48,0 | + 7,0 | 6,0 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 49,0 | 50,0 | + 1,0 | 6,4 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 50,8 | 58,7 | + 7,9 | | |

*1.° de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 30,5 | + 8,5 | | Atmósfera ligeramente vaporosa. Algunos cirrus pequeños flotando en el espacio. Brisa fuerte. |
| 11 30 | 12 30 | × | 31,3 | 32,5 | + 1,2 | 7,4 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 33,8 | 42,5 | + 8,7 | 7,6 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 43,7 | 44,8 | + 1,1 | 8,5 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 46,2 | 56,7 | +10,5 | 9,3 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 57,2 | 58,6 | + 1,4 | 9,3 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 60,2 | 71,2 | +11,0 | | |

*1.° de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h45′ 0″ | 46′ 0″ | ⊙ | 12,2 | 23,0 | +10,8 | | Cirrus próximos al disco solar. Brisa fuerte. |
| 46 30 | 47 30 | × | 24,7 | 26,0 | + 1,3 | 10,9 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 27,0 | 40,7 | +13,7 | 12,3 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 42,0 | 43,5 | + 1,5 | 12,1 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 45,3 | 58,8 | +13,5 | | |

*5 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10ʰ 2′ 0″ | 3′ 0″ | ⊙ | 25,8 | 38,2 | +12,4 | | Despejado. Algunos cirrus acumulados en el horizonte. Viento fuerte. |
| 3 30 | 4 30 | × | 39,6 | 40,8 | + 1,2 | 11,8 | |
| 5 0 | 6 0 | ⊙ | 42,5 | 56,0 | +13,5 | 12,4 | |
| 6 30 | 7 30 | × | 57,5 | 58,5 | + 1,0 | 13,0 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 60,0 | 74,5 | +14,5 | 13,4 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 75,5 | 76,6 | + 1,1 | 13,5 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 78,2 | 93,0 | +14,8 | | |

*7 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ20′ 0″ | 21′ 0″ | ⊙ | 41,2 | 53,5 | +12,3 | | Atmósfera con neblina. Viento fuerte. |
| 21 30 | 22 30 | × | 54,6 | 57,0 | + 2,4 | 10,4 | |
| 23 0 | 24 0 | ⊙ | 59,8 | 73,2 | +13,4 | 10,8 | |
| 24 30 | 25 30 | × | 74,5 | 77,3 | + 2,8 | 11,0 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 22,0 | 36,2 | +14,2 | 11,2 | |
| 27 30 | 28 30 | × | 38,2 | 41,4 | + 3,2 | 11,9 | |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 44,2 | 60,2 | +16,0 | | |

*7 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 67,0 | 83,8 | +16,0 | | Atmósfera con neblina. |
| 31 30 | 32 30 | × | 85,5 | 88,8 | + 3,3 | 13,6 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 22,0 | 39,0 | +17,0 | 13,6 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 41,0 | 44,5 | + 3,5 | 13,3 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 47,2 | 63,8 | +16,6 | 13,4 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 65,8 | 68,8 | + 3,0 | 14,4 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 72,0 | 90,2 | +18,2 | | |

*10 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 23,0 | 27,5 | + 4,5 | | Cirro-stratus delante del |
| 1 30 | 2 30 | × | 28,0 | 28,5 | + 0,5 | 4,2 | disco solar. Calma. |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 29,0 | 33,8 | + 4,8 | 4,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 34,5 | 35,0 | + 0,5 | 4,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 35,5 | 40,6 | + 5,1 | | |

*10 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 38,2 | 44,7 | + 6,5 | | Cirro-stratus muy tras- |
| 51 30 | 52 30 | × | 45,5 | 45,8 | + 0,3 | 6,3 | parente delante del |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 46,2 | 53,0 | + 6,8 | 6,4 | disco solar. Calma. |
| 54 30 | 55 30 | × | 53,6 | 54,0 | + 0,4 | 6,7 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 54,7 | 62,2 | + 7,5 | 7,0 | |
| 57 30 | 58 30 | × | 63,0 | 63,5 | + 0,5 | 7,3 | |
| 59 0 | 7h0′ 0 | ⊙ | 64,0 | 72,2 | + 8,2 | | |

*10 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h56′ 0″ | 57′ 0″ | ⊙ | 53,7 | 64,5 | +10,8 | | Cirro-stratus trasparen- |
| 57 30 | 58 30 | × | 65,5 | 60,0 | + 0,5 | 10,7 | te delante del disco |
| 59 0 | 8h0′ 0 | ⊙ | 67,0 | 78,6 | +11,6 | 11,2 | solar. Brisa apenas |
| 2h 0 30 | 1 30 | × | 79,6 | 80,0 | + 0,4 | 12,3 | sensible. |
| 2 0 | 3 0 | ⊙ | 49,7 | 63,5 | +13,8 | 13,2 | |
| 3 30 | 4 30 | × | 64,7 | 65,5 | + 0,8 | 13,0 | |
| 5 0 | 6 0 | ⊙ | 66,7 | 80,5 | +13,8 | | |

10 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | Lectura de la escala del Actinómetro. B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 31,0 | 42,0 | +11,0 | | |
| 56 30 | 57 30 | × | 42,8 | 43,2 | + 0,4 | 11,6 | Despejado. Brisa. |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 43,2 | 56,2 | +13,0 | 12,4 | |
| 59 30 | 9h0′30 | × | 57,2 | 58,0 | + 0,8 | 13,0 | |
| 9h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 59,0 | 73,5 | +14,5 | 13,8 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 74,5 | 75,2 | + 0,7 | 14,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 77,0 | 92,7 | +15,7 | 15,0 | |
| 5 30 | 6 30 | × | 93,8 | 94,5 | + 0,7 | 15,6 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 50,8 | 67,7 | +16,9 | | |

10 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 25,0 | 41,8 | +16,8 | | Cirrus ligero delante del disco solar. Brisa apenas sensible. |
| 56 30 | 57 30 | × | 43,0 | 43,2 | + 0,2 | 17,3 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 43,5 | 61,7 | +18,2 | 17,7 | |
| 59 30 | 10h0′30 | × | 63,2 | 64,0 | + 0,8 | 17,6 | |
| 10h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 65,6 | 84,2 | +18,6 | 17,7 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 85,6 | 86,5 | + 0,9 | 19,1 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 53,5 | 75,0 | +21,5 | | |

10 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 53,0 | 68,7 | +15,7 | | El mismo aspecto anterior. |
| 56 30 | 57 30 | × | 70,5 | 71,5 | + 1,0 | 15,2 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 21,7 | 38,5 | +16,8 | 15,5 | |
| 59 30 | 11h0′30 | × | 40,3 | 42,0 | + 1,7 | 16,2 | |
| 11h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 44,2 | 63,2 | +19,0 | 17,1 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 64,6 | 66,7 | + 2,1 | 17,0 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 69,8 | 89,0 | +19,2 | | |

## 10 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h55'$ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 31,7 | 46,5 | +14,8 | | Cirro-stratus muy trasparente delante del disco solar. Brisa fuerte. |
| 56 30 | 57 30 | × | 47,0 | 47,0 | — 0,0 | 15,6 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 48,5 | 65,0 | +16,5 | 16,1 | |
| 59 30 | $12^h0'30$ | × | 66,0 | 66,8 | + 0,8 | 16,0 | |
| $12^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 68,8 | 86,0 | +17,2 | 16,0 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 87,4 | 89,0 | + 1,6 | 17,0 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 51,8 | 71,7 | +19,9 | | |

## 10 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $12^h54'$ 0″ | 55′ 0″ | ⊙ | 9,5 | 23,2 | +13,7 | | Seguia la atmósfera como en la observacion anterior. |
| 55 30 | 56 30 | × | 24,0 | 24,5 | + 0,5 | 14,5 | |
| 57 0 | 58 0 | ⊙ | 26,0 | 42,3 | +16,3 | 15,3 | |
| 58 30 | 59 30 | × | 43,5 | 45,0 | + 1,5 | 15,7 | |
| $1^h$ 0 0 | 1 0 | ⊙ | 47,0 | 65,2 | +18,2 | 16,5 | |
| 1 30 | 2 30 | × | 66,8 | 68,8 | + 2,0 | 16,8 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 71,2 | 90,7 | +19,5 | | |

## 10 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $12^h55'$ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 27,8 | 47,0 | +19,2 | | Seguia la atmósfera como anteriormente. |
| 56 30 | 57 30 | × | 48,6 | 49,7 | + 1,1 | 19,2 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 51,5 | 72,8 | +21,3 | 20,1 | |
| 59 30 | $2^h0'30$ | × | 74,8 | 76,2 | + 1,4 | 19,7 | |

10 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h 1′ 0″ | 2′ 0″ | ⊙ | 78,0 | 99,0 | +21,0 | 19,7 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 88,5 | 89,8 | + 1,3 | 20,8 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 22,5 | 45,7 | +23,2 | 21,8 | Ráfagas muy vivas de viento. |
| 6 30 | 6 30 | × | 48,0 | 49,5 | + 1,5 | 22,1 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 51,7 | 75,7 | +24,0 | 22,8 | |
| 8 30 | 9 30 | × | 77,8 | 78,8 | + 1,0 | 23,2 | |
| 10 0 | 11 0 | ⊙ | 32,0 | 56,4 | +24,4 | | |

10 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 10,0 | 22,0 | +12,0 | | Cirro-stratus distante del disco solar. Brisa fresca. |
| 1 30 | 2 30 | × | 22,2 | 20,8 | — 2,6 | 15,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 21,3 | 34,7 | +13,4 | 15,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 35,0 | 34,0 | — 1,0 | 14,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 34,2 | 47,7 | +13,5 | 14,5 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 48,1 | 47,0 | — 1,1 | 14,5 | |
| 9 0 | 0 0 | ⊙ | 47,2 | 60,5 | +13,3 | | |

10 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 27,0 | 38,5 | +11,5 | | Algunas porciones del espacio atmosférico cubiertas por cirro-stratus. Calma. |
| 1 30 | 2 30 | × | 38,9 | 38,0 | — 0,9 | 12,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 38,5 | 50,6 | +12,1 | 12,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 51,2 | 50,6 | — 0,6 | 13,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 51,2 | 64,2 | +13,0 | 13,6 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 64,2 | 63,6 | — 0,6 | 14,4 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 50,8 | 65,4 | +14,6 | | |

10 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 1′ 0″ | 2′ 0″ | ⊙ | 10,0 | 21,0 | +11,0 | | |
| 2 30 | 3 30 | × | 21,8 | 21,7 | — 0,1 | 11,4 | Seguia el estado anterior. |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 22,2 | 33,8 | +11,6 | 11,6 | |
| 5 30 | 6 30 | × | 34,7 | 34,8 | + 0,1 | 11,5 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 35,5 | 46,8 | +11,3 | | |

10 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 29,5 | 37,0 | + 7,5 | | Seguia el mismo estado anterior. |
| 51 30 | 52 30 | × | 37,5 | 37,0 | — 0,5 | 8,0 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 37,1 | 44,7 | + 7,6 | 8,1 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 45,2 | 44,8 | — 0,5 | 7,8 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 45,2 | 52,2 | + 7,0 | | |

11 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h 8′ 0″ | 9′ 0″ | ⊙ | 36,2 | 42,2 | + 6,0 | | |
| 9 30 | 10 30 | × | 42,7 | 43,3 | + 0,6 | 5,5 | Cirro-stratus trasparente delante del disco solar. |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 44,0 | 50,2 | + 6,2 | 5,6 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 50,8 | 51,5 | + 0,7 | 5,7 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 52,0 | 58,5 | + 6,5 | | |

11 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h 10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 45,5 | 51,5 | + 6,0 | | Cirro-stratus lo mismo que en la observacion anterior. Brisa ligeramente fresca. |
| 11 30 | 12 30 | × | 52,0 | 52,5 | + 0,5 | 5,7 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 53,0 | 59,4 | + 6,4 | 6,0 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 60,0 | 60,4 | + 0,4 | 6,6 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 61,0 | 68,5 | + 7,5 | | |

11 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ 3′ 0″ | 4′ 0″ | ⊙ | 56,8 | 72,2 | +15,4 | | Espacio atmosférico lo mismo que en la observacion anterior. Brisa fresca. |
| 4 30 | 5 30 | × | 74,2 | 76,3 | + 2,1 | 14,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 21,0 | 38,0 | +17,0 | 14,7 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 40,5 | 43,0 | + 2,5 | 15,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 45,5 | 64,0 | +18,5 | 15,9 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 66,6 | 69,2 | + 2,6 | 16,3 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 51,2 | 70,5 | +19,3 | | |

11 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ58′ 0″ | 59′ 0″ | ⊙ | 28,2 | 42,5 | +14,3 | | Seguia la atmósfera como en las observaciones anteriores. Brisa. |
| 59 30 | 3ʰ0′30 | × | 43,7 | 44,0 | + 0,3 | 15,2 | |
| 3ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 45,0 | 61,7 | +16,7 | 16,2 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 63,0 | 63,8 | + 0,8 | 15,2 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 65,2 | 80,4 | +15,2 | | |

16 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4ʰ18′ 0″ | 19′ 0″ | ⊙ | 35,4 | 47,0 | +11,6 | | Cirro-cúmulus flotando en el espacio á larga distancia del disco solar. Brisa fresca. |
| 19 30 | 20 30 | × | 48,5 | 49,8 | + 1,3 | 10,5 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 51,2 | 63,3 | +12,1 | 11,1 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 64,8 | 65,5 | + 0,7 | 11,6 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 68,0 | 80,5 | +12,5 | 11,4 | |
| 25 30 | 26 30 | × | 81,8 | 83,3 | + 1,5 | 10,8 | |
| 27 0 | 28 0 | ⊙ | 72,0 | 84,2 | +12,2 | | |

## 18 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | Lectura de la escala del Actinómetro. B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1$^h$12′ 0″ | 13′ 0″ | ⊙ | 40,2 | 57,7 | +17,5 | | Corona en derredor del disco solar, cuyos bordes aparecian foscos. Brisa fresca. |
| 13 30 | 14 30 | × | 59,4 | 61,3 | + 1,9 | 15,9 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 63,4 | 85,2 | +18,2 | 16,4 | |
| 16 30 | 17 30 | × | 83,4 | 71,7 | + 1,8 | 17,1 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 52,0 | 77,7 | +19,7 | | |

## 18 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2$^h$ 8′ 0″ | 9′ 0″ | ⊙ | 30,0 | 48,2 | +18,2 | | Algunos cirro-cúmulus flotando en el espacio á larga distancia del disco solar. Brisa fresca. |
| 9 30 | 10 30 | × | 50,0 | 51,5 | + 1,5 | 17,2 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 53,6 | 72,8 | +19,2 | 17,7 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 75,0 | 76,5 | + 1,5 | 18,6 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 51,7 | 72,8 | +21,1 | | |

## 18 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2$^h$50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 32,0 | 46,2 | +14,2 | | Despejado. Algunos cirrus próximos al disco solar. Brisa. |
| 51 30 | 52 30 | × | 46,7 | 46,2 | — 0,5 | 14,8 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 47,0 | 61,5 | +14,5 | 14,9 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 62,0 | 61,6 | — 0,4 | 15,2 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 62,5 | 77,6 | +15,1 | | |

## 22 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3$^h$50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 31,5 | 43,5 | +12,0 | | Despejado el espacio, bandas de cirro-stratus en el 4.° cuadrante. Brisa apenas sensible. |
| 51 30 | 52 30 | × | 45,0 | 46,2 | + 1,2 | 11,4 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 47,5 | 60,7 | +13,2 | 12,0 | |

*22 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3^h54'30''$ | $55'30''$ | × | 62,0 | 63,2 | + 1,2 | 12,2 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 64,5 | 78,0 | +13,5 | 12,2 | |
| 57 30 | 58 30 | × | 79,4 | 80,7 | + 1,3 | 12,3 | |
| 59 0 | $4^h0'0$ | ⊙ | 41,2 | 55,0 | +13,8 | | |

*24 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^h$ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,5 | 26,5 | + 6,0 | | Despejado. Brisa apenas sensible. |
| 1 30 | 2 30 | × | 27,0 | 27,5 | + 0,5 | 5,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 27,7 | 34,2 | + 6,5 | 6,2 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 34,8 | 34,9 | + 0,1 | 6,7 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 35,2 | 42,4 | + 7,2 | 7,2 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 42,9 | 42,9 | 0,0 | 7,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 43,2 | 50,5 | + 7,3 | | |

*24 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^h50'$ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 38,2 | 48,2 | +10,0 | | Despejado. Brisa apenas sensible. |
| 51 30 | 52 30 | × | 49,2 | 49,5 | + 0,5 | 10,2 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 50,2 | 61,2 | +11,0 | 10,6 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 62,3 | 62,8 | + 0,5 | 10,9 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 63,8 | 75,6 | +11,8 | 11,3 | |
| 57 30 | 58 30 | × | 76,3 | 76,8 | + 0,5 | 11,4 | |
| 59 0 | $7^h0'0$ | ⊙ | 77,5 | 89,5 | +12,0 | | |

*28 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 34,5 | 48,0 | +13,5 | | Estado atmosférico vaporoso en el O. Brisa fresca. |
| 51 30 | 52 30 | × | 49,5 | 50,8 | + 1,3 | 12,6 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 52,5 | 66,8 | +14,3 | 13,0 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 68,2 | 69,5 | + 1,3 | 13,5 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 71,2 | 86,5 | +15,3 | | |

*29 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6ʰ10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 23,5 | 33,5 | +10,0 | | Despejado en el zenit, pero observándose alguna neblina en direccion de la Sierra. Brisa ligeramente fresca. |
| 11 30 | 12 30 | × | 34,5 | 35,2 | + 0,7 | 9,0 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 36,2 | 45,7 | + 9,5 | 8,9 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 46,5 | 47,0 | + 0,5 | 8,7 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 47,9 | 56,8 | + 8,9 | 8,5 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 57,5 | 57,8 | + 0,3 | 8,8 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 58,5 | 67,8 | + 9,3 | | |

*29 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6ʰ50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 30,8 | 40,8 | +10,0 | | Seguia la atmósfera como en la observacion anterior. |
| 51 30 | 52 30 | × | 41,7 | 42,2 | + 0,5 | 10,2 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 43,2 | 54,6 | +11,4 | 11,0 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 55,5 | 55,8 | + 0,3 | 11,1 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 56,5 | 67,8 | +11,3 | | |

## 29 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 18,2 | 31,5 | +13,3 | | Despejado, aclarándose el espacio en direccion de las montañas. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 32,5 | 33,5 | + 1,0 | 12,8 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 35,2 | 49,5 | +14,3 | 13,5 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 51,0 | 51,7 | + 0,7 | 14,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 53,5 | 69,5 | +16,0 | 15,7 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 71,7 | 71,7 | 0,0 | 15,7 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 73,7 | 89,2 | +15,5 | | |

## 29 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 22,5 | 38,0 | +15,5 | | Algunos cirro-cúmulus flotando en el espacio. Brisa fuerte. |
| 1 30 | 2 30 | × | 38,7 | 38,5 | — 0,3 | 16,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 39,8 | 57,2 | +17,4 | 17,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 58,0 | 58,2 | + 0,2 | 17,8 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 59,7 | 78,2 | +18,5 | | |

## 29 *de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 19,7 | 35,2 | +15,5 | | Cirro-stratus en las inmediaciones del disco solar. Brisa fuerte. |
| 1 30 | 2 30 | × | 36,5 | 38,5 | + 2,0 | 14,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 40,1 | 57,5 | +17,4 | 15,5 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 58,7 | 60,5 | + 1,8 | 15,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 63,5 | 81,0 | +17,5 | 15,7 | |
| 7 30 | 0 30 | × | 82,0 | 83,8 | + 1,8 | 16,4 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,0 | 81,0 | +19,0 | | |

*29 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3^{h}15'\ 0''$ | $16'\ 0''$ | ⊙ | 51,7 | 66,0 | +14,3 | | Cirro-cúmulus flotando en el espacio. Brisa fuerte. |
| 16 30 | 17 30 | × | 66,5 | 67,0 | + 0,5 | 13,7 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 68,5 | 82,5 | +14,0 | 13,5 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 83,5 | 84,0 | + 0,5 | 14,1 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 51,3 | 66,5 | +15,2 | 14,6 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 67,7 | 68,5 | + 0,8 | 14,5 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 70,0 | 85,4 | +15,4 | | |

*29 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3^{h}55'\ 0''$ | $56'\ 0''$ | ⊙ | 31,5 | 45,5 | +14,0 | | Seguia el mismo aspecto atmosférico anterior. |
| 56 30 | 57 30 | × | 46,0 | 46,0 | + 0,0 | 14,1 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 47,0 | 61,2 | +14,2 | 14,2 | |
| 59 30 | $4^{h}0'30$ | × | 61,7 | 61,6 | — 0,1 | 14,4 | |
| $4^{h}$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 62,6 | 77,0 | +14,4 | 14,5 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 77,5 | 77,5 | 0,0 | 14,5 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 57,2 | 72,7 | +15,5 | | |

*30 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^{h}45'\ 0''$ | $46'\ 0''$ | ⊙ | 23,0 | 31,7 | + 8,7 | | Despejado el espacio, pero con alguna niebla en el horizonte y hácia la base de la Sierra. |
| 46 30 | 47 30 | × | 32,8 | 33,7 | + 0,9 | 7,9 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 34,5 | 43,3 | + 8,8 | 8,0 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 44,2 | 45,0 | + 0,8 | 8,6 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 46,0 | 56,0 | +10,0 | 9,2 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 57,0 | 57,8 | + 0,8 | 9,4 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 58,5 | 68,8 | +10,3 | | |

*30 de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 21,5 | 33,5 | +12,0 | | Seguia el estado atmosférico anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 34,2 | 34,5 | + 0,3 | 11,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 35,2 | 47,7 | +12,5 | 12,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 48,5 | 48,5 | — 0,0 | 12,7 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 49,5 | 62,4 | +12,9 | 12,9 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 63,0 | 63,0 | 0,0 | 12,9 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 64,0 | 76,8 | +12,8 | | |

*30 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 31,5 | 46,5 | +15,0 | | Despejado, y seguia la neblina en direccion de la Sierra. |
| 56 30 | 57 30 | × | 47,0 | 46,9 | — 0,1 | 15,5 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 48,2 | 64,0 | +15,8 | 16,3 | |
| 59 30 | 9h0′30 | × | 64,0 | 63,0 | — 1,0 | 16,2 | |
| 9h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 64,0 | 78,6 | +14,6 | 15,8 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 78,4 | 76,9 | — 1,5 | 16,0 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 60,7 | 75,2 | +14,5 | | |

*30 de abril.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 12,5 | 23,5 | +11,0 | | Cirrus densos delante del disco solar, que impiden la observacion. |
| 1 30 | 2 30 | × | 25,0 | 27,2 | + 2,2 | 10,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 30,0 | 44,0 | +14,0 | | |

### 30 *de abril.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 23,2 | 38,7 | +15,5 | | Despejado en las inmediaciones del disco solar; nebuloso el resto del espacio. |
| 56 30 | 57 30 | × | 40,6 | 43,0 | + 2,4 | 13,9 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 45,0 | 62,2 | +17,2 | 15,0 | |
| 59 30 | 3ʰ0′30 | × | 64,0 | 66,0 | + 2,0 | 15,5 | |
| 3ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 41,8 | 59,7 | +17,9 | 15,6 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 61,8 | 64,5 | + 2,7 | 14,7 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 44,0 | 61,0 | +17,0 | | |

### 7 *de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7ʰ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 26,8 | 39,2 | +12,4 | | Despejado. Calma. |
| 6 30 | 7 30 | × | 40,8 | 42,5 | + 1,7 | 10,5 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 44,0 | 56,0 | +12,0 | 10,7 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 57,2 | 58,2 | + 1,0 | 11,2 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 61,2 | 73,7 | +12,5 | | |

### 7 *de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ʰ 1′ 0″ | 1′30″ | ⊙ | 11,0 | 22,0 | +11,0 | | Despejado. Calma. |
| 2 30 | 3 0 | × | 22,7 | 22,5 | − 0,2 | 11,4 | |
| 3 0 | 4 30 | ⊙ | 23,0 | 34,5 | +11,5 | 11,6 | |
| 5 30 | 6 0 | × | 34,5 | 34,5 | 0,0 | 11,9 | |
| 6 0 | 7 30 | ⊙ | 36,2 | 48,5 | +12,3 | 12,3 | |
| 8 30 | 9 0 | × | 49,0 | 49,0 | 0,0 | 12,6 | |
| 9 0 | 10 30 | ⊙ | 50,0 | 63,0 | +13,0 | | |

*7 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $8^{h}$ 1′ 0″ | 2′ 0″ | ⊙ | 30,7 | 43,0 | +12,3 | | Despejado. Calma. |
| 2 30 | 3 30 | × | 43,3 | 43,0 | — 0,3 | 12,9 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 44,0 | 57,0 | +13,0 | 13,3 | |
| 5 30 | 6 30 | × | 57,3 | 57,0 | — 0,3 | 13,6 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 58,0 | 71,7 | +13,7 | | |

*7 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^{h}$ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 37,5 | 48,3 | +10,8 | | Estado vaporoso delante del disco solar. Brisa apenas sensible. |
| 1 30 | 2 30 | × | 49,0 | 49,8 | + 0,8 | 10,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 51,7 | 63,7 | +12,0 | 11,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 64,5 | 65,2 | + 0,7 | 11,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 67,5 | 79,7 | +12,2 | | |

*7 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^{h}$50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 68,0 | 79,5 | +11,5 | | Seguia el mismo aspecto que durante la observacion anterior. |
| 51 30 | 52 30 | × | 80,0 | 80,0 | 0,0 | 12,0 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 30,2 | 42,8 | +12,6 | 12,4 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 43,7 | 44,2 | + 0,5 | 12,3 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 46,0 | 59,0 | +13,0 | | |

*7 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $3^{h}$10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 14,0 | 25,0 | +11,0 | | Seguia como en la observacion anterior. |
| 11 30 | 12 30 | × | 26,0 | 26,5 | + 0,5 | 11,1 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 27,8 | 40,0 | +12,2 | 11,5 | |

*7 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | Lectura de la escala del Actinómetro. B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0ʰ14′30″ | 15′30″ | × | 40,8 | 41,8 | + 1,0 | 11,7 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 43,2 | 56,5 | +13,3 | 12,3 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 57,7 | 58,8 | + 1,1 | 12,8 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 60,5 | 74,8 | +14,3 | | |

*7 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 63,2 | 74,5 | +11,3 | | Algunos cirrus distantes del disco solar. Brisa ligeramente fresca. |
| 1 30 | 2 30 | × | 75,0 | 74,8 | — 0,2 | 12,0 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 40,8 | 53,0 | +12,2 | 12,2 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 54,0 | 54,2 | + 0,2 | 12,2 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 55,5 | 68,2 | +12,7 | 12,5 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 69,0 | 69,3 | + 0,3 | 12,5 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 70,5 | 83,5 | +13,0 | | |

*7 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,0 | 30,0 | +10,0 | | Algunos cirrus distantes del disco solar. Brisa fresca. |
| 1 30 | 2 30 | × | 31,0 | 31,0 | 0,0 | 10,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 31,5 | 42,2 | +10,7 | 10,7 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 43,5 | 43,2 | 0,0 | 10,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 42,6 | 53,0 | +10,4 | | |

*8 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposición al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 51,7 | 57,5 | + 5,8 | | Cirrus en bandas por el horizonte: lo restante del espacio despejado. Brisa fresca. |
| 51 30 | 52 30 | × | 58,0 | 59,0 | + 1,0 | 5,1 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 60,0 | 66,5 | + 6,5 | 5,5 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 67,2 | 68,2 | + 1,0 | 5,7 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 69,2 | 76,2 | + 7,0 | 6,1 | |
| 57 30 | 58 30 | × | 77,0 | 77,8 | + 0,8 | 6,5 | |
| 59 0 | 6h0′ 0 | ⊙ | 79,0 | 86,2 | + 7,2 | | |

*18 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 31,8 | 44,5 | +12,7 | | Despejado. Alguna niebla en la Serranía. Brisa apenas sensible. |
| 1 30 | 2 30 | × | 46,4 | 48,2 | + 1,8 | 11,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 50,0 | 63,7 | +13,7 | 11,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 65,2 | 67,2 | + 2,0 | 11,9 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 69,2 | 83,2 | +14,0 | 12,2 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 84,8 | 86,5 | + 1,7 | 12,8 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 51,0 | 66,0 | +15,0 | | |

*19 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h45′ 0″ | 46′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 28,2 | + 6,2 | | Algunos cirrus en el horizonte. Neblina rasante en el valle. Brisa fresca. |
| 46 30 | 47 30 | × | 28,7 | 29,5 | + 0,8 | 5,7 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 30,0 | 36,8 | + 6,8 | 6,1 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 37,6 | 38,2 | + 0,6 | 6,7 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 38,8 | 46,0 | + 7,8 | 7,3 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 47,0 | 47,5 | + 0,5 | 7,3 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 48,2 | 56,0 | + 7,8 | | |

20 *de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 21,0 | 27,0 | + 6,0 | | Alguna niebla en el O. y N. O. Brisa fresca. |
| 31 30 | 32 30 | × | 27,7 | 28,8 | + 1,1 | 5,1 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 29,5 | 36,0 | + 6,5 | 5,5 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 36,8 | 37,8 | + 1,0 | 5,7 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 38,5 | 45,5 | + 7,0 | 6,0 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 46,5 | 47,5 | + 1,0 | 6,3 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 48,2 | 55,8 | + 7,6 | | |

20 *de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 23,2 | 38,5 | +15,3 | | Seguia la niebla anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 40,2 | 42,5 | + 2,3 | 13,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 44,8 | 62,0 | +17,2 | 14,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 64,2 | 66,8 | + 2,6 | 15,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 69,5 | 88,5 | +19,0 | 16,5 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 90,5 | 93,0 | + 2,5 | 17,4 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 52,7 | 73,5 | +20,8 | | |

20 *de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 20,0 | 32,2 | +12,2 | | Cirro-cúmulus flotando por las inmediaciones del disco solar. Brisa. |
| 31 30 | 32 30 | × | 33,7 | 35,2 | + 1,5 | 11,7 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 36,5 | 50,7 | +14,2 | 12,6 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 52,0 | 53,8 | + 1,8 | 12,9 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 56,0 | 71,2 | +15,2 | | |

*22 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^h$ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 23,7 | 33,5 | + 9,8 | | Claro y muy despejado. Calma. |
| 1 30 | 2 30 | × | 34,7 | 35,5 | + 0,8 | 9,2 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 36,3 | 46,8 | +10,5 | 9,4 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 48,0 | 49,0 | + 1,0 | 9,8 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 50,0 | 61,5 | +11,5 | 10,3 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 62,5 | 63,5 | + 1,0 | 10,6 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 64,5 | 76,5 | +12,0 | | |

*22 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^h$55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 20,5 | 33,0 | +12,5 | | Seguia como en la observacion anterior. |
| 56 30 | 57 30 | × | 34,0 | 34,2 | + 0,2 | 12,3 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 35,2 | 47,8 | +12,6 | 12,4 | |
| 59 30 | $7^h$0′30 | × | 48,5 | 48,5 | + 0,0 | 12,8 | |
| $7^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 49,5 | 62,5 | +13,0 | 13,0 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 63,2 | 63,3 | + 0,1 | 13,1 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 64,5 | 77,8 | +13,3 | | |

*22 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $9^h$ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 5,8 | 19,5 | +13,7 | | Seguia como en la observacion anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 20,5 | 21,5 | + 1,0 | 13,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 22,5 | 37,8 | +15.3 | 14,1 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 39,2 | 40,5 | + 1,3 | 15,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 42,5 | 61,0 | +18,5 | 17,1 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 62,5 | 64,0 | + 1,5 | 16,9 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 65,5 | 83,8 | +18,3 | | |

*22 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 23,5 | 41,0 | +17,5 | | Algunos cirrus muy pequeños en el zenit. Brisa apenas sensible. |
| 1 30 | 2 30 | × | 42,5 | 43,6 | + 1,1 | 17,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 46,2 | 65,5 | +19,3 | 18,0 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 67,2 | 68,8 | + 1,6 | 18,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 71,5 | 92,2 | +20,7 | 19,3 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 93,7 | 95,0 | + 1,3 | 20,3 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 53,0 | 75,5 | +22,5 | | |

*22 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 10,0 | 28,0 | +18,0 | | Cirrus delante del disco solar. Brisa fresca. |
| 1 30 | 2 30 | × | 28,5 | 28,0 | — 0,5 | 18,8 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 29,5 | 48,2 | +18,7 | 19,2 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 48,5 | 48,0 | — 0,5 | 19,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 50,0 | 69,5 | +19,5 | 20,2 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 69,8 | 68,8 | — 1,0 | 21,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 70,5 | 91,0 | +20,5 | | |

*22 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 16,2 | 35,0 | +18,8 | | Grandes cirro-cúmulus en todo el espacio. Delante del disco solar los cirrus desaparecian con mucha rapidez. |
| 1 30 | 2 30 | × | 36,3 | 36,5 | + 0,2 | 17,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 38,0 | 54,4 | +16,4 | 16,5 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 55,0 | 54,5 | — 0,5 | 19,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 56,0 | 77,0 | +20,8 | 21,0 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 78,0 | 77,8 | — 0,2 | 21,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,5 | 83,7 | +21,2 | 21,3 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 84,5 | 84,5 | — 0,0 | 22,1 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 52,5 | 75,5 | +23,0 | | |

*22 de mayo.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 8,2 | 21,7 | +13,5 | | Cirro-stratus delante del disco solar, que alteran visiblemente la intensidad y colorido de la luz. |
| 56 30 | 57 30 | × | 23,5 | 25,0 | + 1,5 | 10,5 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 26,5 | 37,0 | +10,5 | 9,4 | |
| 59 30 | 2ʰ0′30 | × | 38,5 | 39,8 | + 1,3 | 10,4 | |
| 2ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 41,8 | 54,3 | +12,5 | | |

*22 de mayo.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4ʰ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 27,0 | 42,0 | +15,0 | | Cirro-cúmulus muy próximos al disco solar. |
| 6 30 | 7 30 | × | 43,8 | 46,5 | + 2,7 | 12,8 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 49,0 | 65,0 | +16,0 | 13,5 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 66,8 | 69,2 | + 2,4 | 13,1 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 72,0 | 87,0 | +15,0 | | |

*2 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7ʰ30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 32,7 | +10,7 | | Cirro-stratus en el E. Despejado el disco solar. |
| 31 30 | 32 30 | × | 33,8 | 35,0 | + 1,2 | 10,2 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 36,0 | 48,2 | +12,2 | 10,9 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 49,5 | 50,8 | + 1,3 | 11,1 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 52,0 | 64,7 | +12,7 | 11,3 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 66,0 | 67,5 | + 1,5 | 11,2 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 68,8 | 81,5 | +12,7 | | |

2 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $9^h$ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 10,2 | 25,0 | +14,8 | | Cirrus sueltos y flotando |
| 6 30 | 7 30 | × | 26,0 | 27,2 | + 1,2 | 15,9 | por las inmediaciones |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 30,0 | 45,5 | +15,5 | 14,1 | del disco solar. |
| 9 30 | 10 30 | × | 46,5 | 48,2 | + 1,7 | 14,5 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 50,5 | 67,5 | +17,0 | 15,3 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 69,0 | 70,7 | + 1,7 | 15,5 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 74,0 | 91,5 | +17,5 | | |

2 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h$10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 18,0 | 32,2 | +14,2 | | Cirro-cúmulus próximos |
| 11 30 | 12 30 | × | 33,0 | 33,7 | + 0,7 | 14,3 | al disco solar. |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 35,5 | 51,4 | +15,9 | 15,1 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 52,0 | 52,8 | + 0,8 | 14,7 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 54,7 | 71,8 | +15,1 | 14,1 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 72,5 | 73,7 | + 1,2 | 15,4 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 50,8 | 69,5 | +18,2 | | |

2 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $12^h$ 2′ 0″ | 3′ 0″ | ⊙ | 12,2 | 28,5 | +16,3 | | El mismo aspecto an- |
| 3 30 | 4 30 | × | 29,0 | 29,5 | + 0,5 | 16,3 | terior. |
| 5 0 | 6 0 | ⊙ | 31,7 | 49,0 | +17,3 | 16,7 | |
| 6 30 | 7 30 | × | 49,8 | 50,4 | + 0,6 | 17,3 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 53,0 | 71,4 | +18,5 | 17,8 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 72,0 | 72,7 | + 0,7 | 18,3 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 75,5 | 95,0 | +19,5 | | |

*2 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h42′ 0″ | 43′ 0″ | ⊙ | 8,0 | 25,0 | +17,0 | | El mismo aspecto anterior. En algunos momentos los cirrus pasaban y desaparecian bajo la influencia directa de los rayos solares. |
| 43 30 | 44 30 | × | 25,6 | 25,8 | + 0,2 | 17,4 | |
| 45 0 | 46 0 | ⊙ | 28,2 | 46,5 | +18,3 | 17,7 | |
| 46 30 | 47 30 | × | 47,5 | 48,5 | + 1,0 | 18,1 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 50,2 | 70,2 | +20,0 | 19,2 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 70,5 | 71,2 | + 0,7 | 19,2 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 73,2 | 93,0 | +19,8 | | |

*2 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 5,8 | 13,2 | + 7,4 | | Despejado hácia el O. Atmósfera vaporosa en general. |
| 11 30 | 12 30 | × | 14,5 | 16,5 | + 2,0 | 6,0 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 17,5 | 26,0 | + 8,5 | 6,8 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 27,5 | 29,0 | + 1,5 | 7,0 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 30,4 | 39,0 | + 8,6 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 6,3 | 11,4 | + 5,1 | | Despejado. Brisa. |
| 11 30 | 12 30 | × | 12,0 | 12,7 | + 0,7 | 4,7 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 13,0 | 18,7 | + 5,7 | 5,2 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 19,3 | 19,7 | + 0,4 | 5,4 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 20,0 | 25,8 | + 5,8 | 5,5 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 26,5 | 26,8 | + 0,3 | 5,8 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 27,2 | 33,6 | + 6,4 | | |

*3 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 35,2 | 43,3 | + 8,1 | | Despejado. Vapores en el O. Brisa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 44,0 | 44,2 | + 0,2 | 8,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 44,8 | 53,0 | + 8,2 | 8,2 | |
| 59 30 | 6h0′30 | × | 54,0 | 53,8 | — 0,2 | 8,6 | |
| 6h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 54,3 | 63,0 | + 8,7 | 8,9 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 63,8 | 63,5 | — 0,3 | 9,2 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 64,0 | 73,2 | + 9,2 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 21,2 | 36,0 | +14,8 | | El mismo aspecto atmosférico que en la observacion anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 37,2 | 37,7 | + 0,5 | 13,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 38,5 | 51,5 | +13,0 | 12,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 52,4 | 52,8 | + 0,4 | 12,8 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 54,0 | 67,5 | +13,5 | 13,0 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 68,0 | 68,8 | + 0,5 | 13,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 70,0 | 84,0 | +14,0 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 11,5 | 24,7 | +13,2 | | El mismo aspecto anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 26,0 | 26,2 | + 0,2 | 13,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 27,2 | 41,2 | +14,0 | 13,7 | |
| 5 30 | 5 30 | × | 42,5 | 43,0 | + 0,5 | 14,2 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 44,0 | 59,5 | +15,5 | 15,0 | |
| 8 30 | 8 30 | × | 60,7 | 61,2 | + 0,5 | 15,1 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,5 | 78,2 | +15,7 | | |

*3 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8$^h$55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 10,7 | 24,2 | +13,5 | | Cirrus ligeros delante del disco solar, y muchos cirrus sueltos en el O. y S. O. |
| 56 30 | 57 30 | × | 24,7 | 24,7 | 0,0 | 13,7 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 25,7 | 39,7 | +14,0 | 14,0 | |
| 59 30 | 9$^h$0′30 | × | 40,5 | 40,4 | — 0,1 | 14,4 | |
| 9$^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 42,0 | 56,7 | +14,7 | 14,6 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 57,2 | 57,5 | + 0,3 | 14,9 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 58,8 | 74,5 | +15,7 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9$^h$55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 27,8 | 46,5 | +18,7 | | Cirro-stratus muy próximos al sol. |
| 56 30 | 57 30 | × | 47,5 | 48,7 | + 1,2 | 18,1 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 50,8 | 70,7 | +19,9 | 18,7 | |
| 59 30 | 10$^h$0′30 | × | 71,8 | 73,0 | + 1,2 | 19,2 | |
| 10$^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 42,0 | 63,0 | +21,0 | 19,8 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 64,5 | 65,7 | + 1,2 | 19,8 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 68,8 | 90,2 | +21,4 | 20,2 | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10$^h$55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 22,5 | 40,5 | +18,0 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 56 30 | 57 30 | × | 40,7 | 40,3 | — 0,4 | 19,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 42,0 | 61,8 | +19,8 | 20,1 | |
| 59 30 | 11$^h$0′30 | × | 62,2 | 62,0 | — 0,2 | 20,5 | |
| 11$^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 64,0 | 84,8 | +20,8 | 20,9 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 85,0 | 85,0 | 0,0 | 21,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 63,3 | 85,3 | +22,0 | | |

*3 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | Lectura de la escala del Actinómetro. B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11h54′ 0″ | 55′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 39,2 | +17,2 | | |
| 55 30 | 56 30 | × | 39,5 | 40,0 | + 0,5 | 17,4 | Despejado. La niebla de los valles elevándose hácia las montañas. |
| 57 0 | 58 0 | ⊙ | 41,5 | 60,0 | +18,5 | 18,1 | |
| 58 30 | 59 30 | × | 60,7 | 61,0 | + 0,3 | 18,9 | |
| 12h 0 0 | 12h1 0 | ⊙ | 62,5 | 82,5 | +20,0 | 19,6 | |
| 1 30 | 2 30 | × | 82,8 | 83,4 | + 0,6 | 20,1 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 62,5 | 84,0 | +21,5 | 20,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 84,5 | 85,2 | + 0,7 | 20,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 61,5 | 82,0 | +20,5 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 22,5 | 39,0 | +16,5 | | Despejado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 40,0 | 41,5 | + 1,5 | 15,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 43,8 | 61,4 | +17,6 | 15,9 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 62,7 | 64,7 | + 2,0 | 16,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 67,5 | 87,0 | +19,5 | 17,8 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 88,5 | 90,0 | + 1,5 | 18,3 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 65,7 | 85,8 | +20,1 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,2 | 34,7 | +14,5 | | Despejado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 35,5 | 35,8 | + 0,3 | 15,0 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 37,0 | 53,2 | +16,2 | 15,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 54,2 | 54,6 | + 0,4 | 16,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 56,0 | 73,7 | +17,2 | 16,8 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 78,2 | 77,8 | − 0,4 | 17,1 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 76,8 | 94,7 | +17,9 | | |

*3 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h 6′ 0″ | 7′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 35,6 | +13,6 | | Despejado. |
| 7 30 | 8 30 | × | 36,8 | 37,2 | + 0,4 | 14,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 38,5 | 53,2 | +15,7 | 15,0 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 54,6 | 55,2 | + 0,6 | 15,5 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 57,0 | 73,5 | +16,5 | 15,7 | |
| 13 30 | 14 30 | × | 74,5 | 75,5 | + 1,0 | 15,4 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 77,7 | 94,0 | +16,3 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 21,7 | 32,0 | +10,3 | | Despejado. |
| 31 30 | 32 30 | × | 33.0 | 33,2 | + 0,2 | 10,1 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 33,8 | 44,2 | +10,4 | 10,2 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 45,0 | 45,3 | + 0,3 | 10,5 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 46,0 | 57,3 | +11,3 | | |

*3 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 36,2 | 43,5 | + 7,3 | | Acercándose el disco solar á un banco de cirro-stratus que se estiende hasta el horizonte. |
| 16 30 | 17 30 | × | 43,8 | 43,5 | — 0,3 | 7,7 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 43,7 | 51,2 | + 7,5 | 7,7 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 51,6 | 51,5 | — 0,1 | 7,7 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 51,7 | 59,5 | + 7,8 | | |

*4 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 24,5 | 33,2 | + 8,7 | | Cirrus ligeros en diferentes puntos del espacio. Algo nebulosa la parte del O. |
| 51 30 | 52 30 | × | 34,5 | 35,6 | + 1,1 | 8,1 | |
| 53 0 | 53 0 | ⊙ | 36,7 | 46,4 | + 9,7 | 8,6 | |
| 53 30 | 54 30 | × | 47,5 | 48,5 | + 1,0 | 8,8 | |
| 55 0 | 56 0 | ⊙ | 49,2 | 59,2 | +10,0 | 9,2 | |
| 56 30 | 57 30 | × | 60,5 | 61,2 | + 0,7 | 9,8 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 62,0 | 73,0 | +11,0 | | |

*4 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 21,5 | 33,0 | +11,5 | | Cirrus muy trasparentes delante del sol. |
| 1 30 | 2 30 | × | 34,4 | 35,8 | + 1,4 | 10,3 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 37,0 | 49,0 | +12,0 | 10,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 50,7 | 51,8 | + 1,1 | 11,9 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 53,5 | 67,5 | +14,0 | | |

*4 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 65,5 | 80,0 | +14,5 | | El mismo aspecto anterior. Brisa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 80,5 | 81,0 | + 0,5 | 14,5 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 21,5 | 37,0 | +15,5 | 14,8 | |
| 59 30 | 8ʰ0′30 | × | 38,0 | 39,0 | + 1,0 | 14,5 | |
| 8ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 40,5 | 56,0 | +15,5 | 14,5 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 57,3 | 58,3 | + 1,0 | 15,0 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 59,7 | 76,2 | +16,5 | | |

*4 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11h40′ 0″ | 41′ 0″ | ⊙ | 22,5 | 39,2 | +16,7 | | |
| 41 30 | 42 30 | × | 40,5 | 43,0 | + 2,5 | 15,2 | Cirrus muy ligeros delante del sol. |
| 43 0 | 44 0 | ⊙ | 45,8 | 65,5 | +19,7 | 17,1 | |
| 44 30 | 45 30 | × | 67,2 | 70,0 | + 2,8 | 17,4 | |
| 46 0 | 47 0 | ⊙ | 62,7 | 83,5 | +20,8 | | |

*4 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 23,0 | 37,0 | +14,0 | | Despejado en direccion del disco solar. |
| 56 30 | 57 30 | × | 38,2 | 39,7 | + 1,5 | 13,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 41,8 | 56,8 | +15,0 | 13,4 | |
| 59 30 | 3h0′30 | × | 58,2 | 59,8 | + 1,6 | 14,0 | |
| 3h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 62,2 | 78,5 | +16,3 | 14,6 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 80,0 | 81,7 | + 1,7 | 15,2 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 32,0 | 49,5 | +17,5 | 15,6 | |
| 5 30 | 6 30 | × | 51,0 | 53,2 | + 2,2 | 15,8 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 35,5 | 74,0 | +18,5 | 16,4 | |
| 8 30 | 9 30 | × | 75,4 | 77,5 | + 2,1 | 16,4 | |
| 10 0 | 11 0 | ⊙ | 80,0 | 98,5 | +18,5 | 16,3 | |
| 11 30 | 12 30 | × | 92,3 | 94,6 | + 2,3 | 16,9 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 64,6 | 84,5 | +19,9 | | |

*5 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 29,0 | + 7,0 | | Cirrus muy próximos al disco solar. |
| 1 30 | 2 30 | × | 30,0 | 30,8 | + 0,8 | 6,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 31,8 | 39,5 | + 7,7 | 7,0 | |

*5 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ 4′30″ | 5′30″ | × | 40,5 | 41,2 | + 0,7 | 7,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 42,0 | 50,5 | + 8,5 | 7,9 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 51,3 | 51,8 | + 0,5 | 7,9 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 52,5 | 60,8 | + 8,3 | | |

*5 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 21,7 | 37,0 | +15,3 | | Despejado en direccion del disco solar. |
| 1 30 | 2 30 | × | 38,5 | 40,5 | + 2,0 | 14,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 42,7 | 60,7 | +18,0 | 15,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 62,5 | 65,4 | + 2,9 | 15,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 68,5 | 87,2 | +18,7 | 16,3 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 89,0 | 91,0 | + 2,0 | 17,7 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 56,9 | 77,7 | +20,8 | | |

*5 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 13,7 | 29,7 | +16,0 | | Cirrus flotando á larga distancia del disco solar. |
| 6 30 | 7 30 | × | 31,7 | 34,0 | + 2,3 | 15,2 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 36,5 | 56,0 | +19,5 | 16,7 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 58,5 | 61,8 | + 3,3 | 17,2 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 65,2 | 86,7 | +21,5 | 17,7 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 89,5 | 93,8 | + 4,3 | 19,0 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 53,7 | 78,8 | +25,1 | 20,0 | |
| 15 30 | 16 30 | × | 82,5 | 88,5 | + 6,0 | 19,6 | |
| 17 0 | 18 0 | ⊙ | 53,8 | 80,0 | +26,2 | | |

*5 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 23,0 | 42,7 | +19,7 | | Cirrus como en la observacion anterior. |
| 1 30 | 2 30 | × | 44,0 | 45,2 | + 1,2 | 19,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 47,2 | 69,2 | +22,0 | 20,6 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 71,5 | 73,2 | + 1,7 | 21,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 52,6 | 76,7 | +24,1 | 21,8 | |
| 7 30 | 9 30 | × | 79,0 | 81,8 | + 2,8 | 22,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 59,5 | 85,0 | +25,5 | | |

*5 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 26,0 | 43,5 | +17,5 | | Algunos cirrus muy ténues próximos al disco solar. |
| 1 30 | 2 30 | × | 43,8 | 43,2 | — 0,6 | 18,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 44,5 | 63,7 | +19,2 | 19,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 64,2 | 64,2 | 0,0 | 19,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 66,0 | 86,0 | +20,0 | 19,9 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 86,6 | 86,8 | + 0,2 | 20,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 57,2 | 78,0 | +20,8 | | |

*5 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 20,5 | 35,5 | +15,0 | | |
| 56 30 | 57 30 | × | 36,0 | 35,5 | — 0,5 | 15,8 | Cirrus trasparentes delante del sol. |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 36,5 | 52,2 | +15,7 | 15,9 | |
| 59 30 | 4h0′30 | × | 52,8 | 52,8 | 0,0 | 13,9 | |
| 4h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 54,0 | 66,0 | +12,0 | | |

5 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 28,5 | 41,5 | +13,0 | | Poco tiempo despues de esta observacion la atmósfera presenta aspecto tempestuoso. |
| 1 30 | 2 30 | × | 42,5 | 43,8 | + 1,3 | 10,8 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 45,2 | 56,5 | +11,3 | 10,0 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 57,5 | 58,8 | + 1,3 | 9,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 60,2 | 69,8 | + 9,6 | 8,2 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 70,8 | 72,2 | + 1,4 | 8,4 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 73,8 | 83,8 | +10,0 | | |

6 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ʰ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 24,2 | 40,5 | +16,3 | | Algo calinoso el espacio atmosférico. |
| 6 30 | 7 30 | × | 42,5 | 44,8 | + 2,3 | 14,5 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 46,7 | 64,0 | +17,3 | 15,1 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 65,8 | 68,0 | + 2,2 | 15,5 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 70,7 | 88,8 | +18,1 | 16,0 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 90,2 | 92,2 | + 2,0 | 16,1 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 42,0 | 60,2 | +18,2 | | |

6 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 27,5 | 42,2 | +14,7 | | Algunos cúmulus en el horizonte. Calma. |
| 1 30 | 2 30 | × | 44,0 | 46,2 | + 2,2 | 12,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 50,5 | 66,0 | +15,5 | 13,4 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 68,0 | 70,0 | + 2,0 | 13,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 72,0 | 86,8 | +14,8 | 12,8 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 88,8 | 90,7 | + 1,9 | 13,6 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 50,0 | 66,3 | +16,3 | | |

*6 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 30,4 | 41,2 | +10,8 | | Seguia el estado atmosférico anterior. |
| 56 30 | 57 30 | × | 42,2 | 42,8 | + 0,6 | 10,4 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 44,0 | 55,2 | +11,2 | 10,5 | |
| 59 30 | 6ʰ0′30 | × | 56,4 | 57,2 | + 0,8 | 10,3 | |
| 6ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 58,2 | 69,3 | +11,1 | 10,3 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 70,2 | 71,0 | + 0,8 | 10,0 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 72,0 | 82,5 | +10,5 | | |

*6 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6ʰ45′ 0″ | 46′ 0″ | ⊙ | 21,2 | 26,2 | + 5,0 | | Seguia como en la observacion anterior. |
| 46 30 | 47 30 | × | 26,8 | 26,8 | 0,0 | 4,6 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 27,2 | 31,5 | + 4,3 | 4,4 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 31,8 | 31,6 | — 0,2 | 4,3 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 32,0 | 36,0 | + 4,0 | 4,2 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 36,0 | 35,8 | — 0,2 | 3,9 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 36,0 | 39,4 | + 3,4 | | |

*7 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ45′ 0″ | 46′ 0″ | ⊙ | 34,8 | 44,8 | +10,0 | | El sol principia á salir de un banco de cirrostratus. Neblina en direccion de la Sierra. |
| 46 30 | 47 30 | × | 45,5 | 45,8 | + 0,3 | 10,1 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 47,0 | 57,8 | +10,8 | 10,7 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 58,5 | 58,4 | — 0,1 | 10,7 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 59,0 | 69,5 | +10,5 | 10,7 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 70,5 | 70,2 | — 0,3 | 10,8 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 71,0 | 81,5 | +10,5 | | |

*7 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 21,5 | 36,7 | +15,2 | | Horizonte calinoso en el 2.°, 3.° y 4.° cuadrantes. |
| 56 30 | 57 30 | × | 37,8 | 37,8 | 0,0 | 15,6 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 38,7 | 54,7 | +16,0 | 15,9 | |
| 59 30 | 7h0′30 | × | 56,0 | 56,2 | + 0,2 | 16,1 | |
| 7h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 57,5 | 74,2 | +16,7 | 16,7 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 75,2 | 75,0 | − 0,2 | 16,7 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 76,2 | 92,5 | +16,3 | | |

*7 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 22,2 | 38,2 | +16,0 | | Cirrus muy próximos al disco solar. |
| 56 30 | 57 30 | × | 40,5 | 40,2 | − 0,3 | 16,3 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 41,5 | 57,5 | +16,0 | 15,7 | |
| 59 30 | 8h0′30 | × | 58,5 | 59,4 | + 0,9 | 14,4 | |
| 8h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 60,8 | 75,5 | +14,7 | 13,9 | Cirrus delante del disco solar. |
| 2 30 | 3 30 | × | 76,3 | 77,0 | + 0,7 | 15,5 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 62,0 | 79,8 | +17,8 | | |

*7 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 46,2 | 66,0 | +19,8 | | Grandes masas de cirro-cúmulus próximos al disco solar. |
| 56 30 | 57 30 | × | 67,2 | 67,4 | + 0,2 | 20,3 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 69,0 | 90,2 | +21,2 | 20,2 | |
| 59 30 | 9h0′30 | × | 91,2 | 93,0 | + 1,8 | 19,6 | |
| 9h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 67,5 | 89,2 | +21,7 | | |

7 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $10^h30' 0''$ | 31′ 0″ | ⊙ | 22,2 | 35,0 | +12,8 | | Grandes cúmulus próximos al sol. Viento. |
| 31 30 | 32 30 | × | 34,8 | 35,0 | + 0,2 | | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 36,2 | 56,7 | +20,5 | | |
| 34 30 | 35 30 | × | 57,5 | 58,0 | + 0,5 | 20,6 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 60,5 | 82,2 | +21,7 | 21,3 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 82,8 | 83,2 | + 0,4 | 21,6 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 51,7 | 74,0 | +22,3 | | |

7 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h45' 0''$ | 46′ 0″ | ⊙ | 22,2 | 42,7 | +20,5 | | Cirro-cúmulus flotando por el espacio atmosférico. Viento. |
| 46 30 | 47 30 | × | 43,5 | 44,5 | + 1,0 | 19,5 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 48,0 | 68,5 | +20,5 | 19,5 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 69,0 | 70,0 | + 1,0 | 21,4 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 63,7 | 88,0 | +24,3 | 23,5 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 88,3 | 89,0 | + 0,7 | 23,6 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 61,7 | 86,0 | +24,3 | 23,6 | |
| 55 30 | 56 30 | × | 86,5 | 87,2 | + 0,7 | 24,1 | |
| 57 0 | 58 0 | ⊙ | 62,5 | 87,8 | +25,3 | | |

7 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^h30' 0''$ | 31′ 0″ | ⊙ | 17,0 | 32,0 | +15,0 | | Cirrus trasparente delante del disco solar. |
| 31 30 | 32 30 | × | 32,7 | 33,2 | + 0,5 | 16,0 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 36,0 | 54,0 | +18,0 | 17,4 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 55,0 | 55,7 | + 0,7 | 18,0 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 57,8 | 77,2 | +19,4 | 18,6 | |

*7 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ37′30″ | 38′30″ | × | 77,8 | 78,7 | + 0,9 | 19,4 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 53,7 | 75,0 | +21,3 | 20,3 | |
| 40 30 | 41 30 | × | 76,5 | 77,5 | + 1,0 | 20,7 | |
| 42 0 | 43 0 | ⊙ | 62,5 | 84,7 | +22,2 | | |

*7 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3ʰ15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 10,5 | 31,5 | +21,0 | | Como en la observacion anterior. |
| 16 30 | 17 30 | × | 33,2 | 35,8 | + 2,6 | 19,0 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 38,8 | 61,0 | +22,2 | 20,2 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 63,2 | 64,5 | + 1,3 | 21,4 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 67,0 | 90,3 | +23,3 | | |

*8 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4ʰ40′ 0″ | 41′ 0″ | ⊙ | 21,7 | 26,5 | + 4,8 | | Despejado. |
| 41 30 | 42 30 | × | 26,8 | 26,5 | — 0,3 | 3,3 | |
| 43 0 | 44 0 | ⊙ | 26,5 | 29,8 | + 3,3 | 4,0 | |
| 44 30 | 45 30 | × | 29,5 | 28,3 | — 1,2 | 4,5 | |
| 46 0 | 47 0 | ⊙ | 28,2 | 31,5 | + 3,3 | | |

*8 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ50′ 0″ | 51′ 0″ | ⊙ | 21,2 | 32,0 | +10,8 | | Despejado. Alguna neblina en direccion de la Sierra. |
| 51 30 | 52 30 | × | 33,0 | 33,5 | + 0,5 | 10,3 | |
| 53 0 | 54 0 | ⊙ | 33,7 | 44,5 | +10,8 | 10,6 | |
| 54 30 | 55 30 | × | 45,5 | 45,5 | 0,0 | 11,1 | |
| 56 0 | 57 0 | ⊙ | 46,0 | 57,5 | +11,5 | | |

8 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $7^h20' 0''$ | $21' 0''$ | ⊙ | 19,7 | 33,5 | +13,8 | | Despejado. La niebla de los valles elevándose hácia las montañas. Calma. |
| 21 30 | 22 30 | × | 35,2 | 36,0 | + 0,8 | 13,6 | |
| 23 0 | 24 0 | ⊙ | 38,0 | 53,0 | +15,0 | 14,0 | |
| 24 30 | 25 30 | × | 54,5 | 55,8 | + 1,3 | 14,1 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 57,8 | 73,7 | +15,9 | 14,4 | |
| 27 30 | 28 30 | × | 74,8 | 76,5 | + 1,7 | 14,3 | |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 78,2 | 94,2 | +16,0 | | |

8 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $8^h15' 0''$ | $16' 0''$ | ⊙ | 12,0 | 32,5 | +20,5 | | Despejado. Algunos cirrus en el Sur. |
| 16 30 | 17 30 | × | 34,0 | 35,0 | + 1,0 | 19,0 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 37,5 | 57,0 | +19,5 | 18,4 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 58,7 | 60,0 | + 1,3 | 18,7 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 62,5 | 83,0 | +20,5 | 19,0 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 85,4 | 87,2 | + 1,8 | 19,5 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 61,8 | 84,0 | +22,2 | | |

8 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $9^h 5' 0''$ | $6' 0''$ | ⊙ | 12,0 | 32,0 | +20,0 | | Banda de cirrus en la direccion del Tajo. Brisa. |
| 6 30 | 7 30 | × | 32,4 | 31,7 | − 0,7 | 20,9 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 33,4 | 54,0 | +20,6 | 21,3 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 54,7 | 54,0 | − 0,7 | 22,0 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 55,2 | 77,0 | +21,8 | | |

8 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $9^h 55' 0''$ | $56' 0''$ | ⊙ | 6,8 | 25,2 | +18,4 | | |
| 56 30 | 57 30 | × | 25,5 | 25,0 | — 0,5 | 19,8 | Cirrus delante del disco solar. |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 26,3 | 46,5 | +20,2 | 20,6 | |
| 59 30 | $10^h 0' 30$ | × | 46,9 | 46,5 | — 0,4 | 21,1 | |
| $10^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 48,0 | 69,2 | +21,2 | 21,6 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 69,6 | 69,2 | — 0,4 | 20,7 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 70,7 | 90,2 | +19,5 | | |

8 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h 45' 0''$ | $46' 0''$ | ⊙ | 13,2 | 33,7 | +20,5 | | Cirrus muy próximos al disco solar. |
| 1 30 | 2 30 | × | 34,0 | 33,7 | — 0,3 | 21,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 35,2 | 57,0 | +21,8 | 22,1 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 57,5 | 57,2 | — 0,3 | 22,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 59,0 | 81,7 | +22,7 | | |

8 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h 45' 0''$ | $46' 0''$ | ⊙ | 11,5 | 32,0 | +21,5 | | Cirrus delante del disco solar. Brisa. |
| 46 30 | 47 30 | × | 32,8 | 33,5 | + 0,7 | 21,8 | |
| 47 0 | 49 0 | ⊙ | 35,5 | 59,0 | +23,5 | 23,0 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 60,2 | 60,5 | + 0,3 | 23,7 | |
| 50 0 | 52 0 | ⊙ | 62,5 | 87,0 | +24,5 | 24,2 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 87,5 | 87,8 | + 0,3 | 23,2 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 68,5 | 91,0 | +22,5 | | |

9 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 15,5 | 16,0 | + 0,5 | | |
| 1 30 | 2 30 | × | 15,7 | 15,5 | — 0,2 | 0,9 | Salida del sol en medio de celajes. Alguna niebla en los valles. Brisa. Despejada la Sierra. |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 16,5 | 17,5 | + 1,0 | 1,4 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 17,4 | 16,8 | — 0,6 | 1,6 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 16,7 | 17,7 | + 1,0 | 1,7 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 17,5 | 16,8 | — 0,7 | 2,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 16,5 | 18,2 | + 1,7 | 2,5 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 17,8 | 17,0 | — 0,8 | 3,1 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 16,8 | 19,8 | + 3,0 | 3,9 | |
| 13 30 | 14 30 | × | 19,7 | 18,8 | — 0,9 | 4,3 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 18,6 | 22,5 | + 3,9 | 4,7 | |
| 16 30 | 17 30 | × | 22,5 | 21,7 | — 0,8 | 4,9 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 21,7 | 26,0 | + 4,3 | 5,0 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 26,1 | 25,5 | — 0,6 | 5,2 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 25,7 | 30,6 | + 4,9 | 5,5 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 30,5 | 29,9 | — 0,6 | 5,7 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 30,1 | 35,5 | + 5,4 | 6,1 | |
| 25 30 | 26 30 | × | 35,5 | 34,8 | — 0,7 | 6,2 | |
| 27 0 | 28 0 | ⊙ | 34,8 | 40,5 | + 5,7 | 6,3 | |
| 28 30 | 29 30 | × | 40,6 | 40,0 | — 0,6 | 6,7 | |
| 30 0 | 31 0 | ⊙ | 40,2 | 46,7 | + 6,5 | 7,2 | |
| 31 30 | 32 30 | × | 46,7 | 46,0 | — 0,7 | 7,4 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 46,0 | 52,9 | + 6,9 | | |

9 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 10,5 | 22,5 | +12,0 | | Despejado. Brisa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 24,0 | 24,5 | + 0,5 | 11,8 | |

*9 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $5^h58' 0''$ | $59' 0''$ | ⊙ | 25,4 | 38,0 | +12,6 | 12,3 | |
| 59 30 | $6^h0'30$ | × | 38,8 | 39,0 | + 0,2 | 12,7 | |
| $6^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 40,2 | 53,5 | +13,3 | | |

*9 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^h55' 0''$ | $56' 0''$ | ⊙ | 40,0 | 55,8 | +15,8 | | Despejado. |
| 56 30 | 57 30 | × | 57,2 | 57,7 | + 0,5 | 15,6 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 59,0 | 75,5 | +16,5 | 16,2 | |
| 59 30 | $7^h0'30$ | × | 77,0 | 77,2 | + 0,2 | 16,6 | |
| $7^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 61,7 | 78,8 | +17,1 | | |

*9 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $8^h55' 0''$ | $56' 0''$ | ⊙ | 22,0 | 40,7 | +18,7 | | Despejado. |
| 56 30 | 57 30 | × | 42,5 | 43,8 | + 1,3 | 18,8 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 46,0 | 67,5 | +21,5 | 19,9 | |
| 59 30 | $9^h0'30$ | × | 69,0 | 71,0 | + 2,0 | 19,8 | |
| $9^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 63,7 | 85,8 | +22,1 | | |

*9 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $10^h55' 0''$ | $56' 0''$ | ⊙ | 19,5 | 38,7 | +19,2 | | Algunos cirrus flotando por el Sur en las inmediaciones del horizonte, que se aumentan conforme se levanta la niebla hácia la Serranía. |
| 56 30 | 57 30 | × | 40,0 | 41,5 | + 1,5 | 19,2 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 44,5 | 66,7 | +22,2 | 20,4 | |
| 59 30 | $11^h0'30$ | × | 67,8 | 70,0 | + 2,2 | 21,2 | |
| $11^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 63,0 | 87,5 | +24,5 | 22,4 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 89,0 | 91,0 | + 2,0 | 22,9 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 62,7 | 88,0 | +25,3 | | |

*9 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 12,5 | 33,5 | +21,0 | | Cirrus ligeros de bordes rasgados y muy pequeños próximos al disco solar. |
| 56 30 | 57 30 | × | 34,5 | 34,8 | + 0,3 | 21,7 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 36,7 | 59,7 | +23,0 | 22,3 | |
| 59 30 | 12ʰ0′30 | × | 60,7 | 61,8 | + 1,1 | 22,7 | |
| 12ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 64,2 | 88,8 | +24,6 | 23,4 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 90,8 | 92,0 | + 1,2 | 24,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 62,5 | 89,2 | +26,7 | 25,4 | |
| 5 30 | 6 30 | × | 90,7 | 92,0 | + 1,3 | 25,9 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 61,5 | 89,3 | +27,8 | | |

*9 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 9,2 | 30,2 | +21,0 | | Cirrus pequeños en las inmediaciones del sol. |
| 56 30 | 57 30 | × | 31,0 | 31,5 | + 0,5 | 21,5 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 33,0 | 56,0 | +23,0 | 22,8 | |
| 59 30 | 1ʰ0′30 | × | 57,2 | 57,2 | 0,0 | 23,7 | |
| 1ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 60,5 | 85,0 | +24,5 | 23,8 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 86,5 | 88,0 | + 1,5 | 22,9 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 60,7 | 85,0 | +24,3 | 22,7 | |
| 5 30 | 6 30 | × | 86,5 | 88,2 | + 1,7 | 23,4 | |
| 7 0 | 8 0 | ⊙ | 61,3 | 87,2 | +25,9 | | |

*13 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 21,0 | 28,0 | + 7,0 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 56 30 | 57 30 | × | 28,5 | 28,5 | 0,0 | 6,7 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 28,8 | 35,2 | + 6,4 | 6,8 | |
| 59 30 | 5ʰ0′30 | × | 35,5 | 34,7 | − 0,8 | 7,2 | |

*13 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 1′ 0″ | 2′ 0″ | ⊙ | 34,5 | 41,0 | + 6,5 | 7,5 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 40,5 | 39,2 | + 1,3 | 7,7 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 39,2 | 45,5 | + 6,3 | | |

*13 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 11,7 | 24,5 | +12,8 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 56 30 | 57 30 | × | 25,7 | 26,0 | + 0,3 | 12,8 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 26,5 | 40,0 | +13,5 | 13,3 | |
| 59 30 | 6h0′30 | × | 41,0 | 41,2 | + 0,2 | 13,7 | |
| 6h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 41,6 | 56,0 | +14,4 | 14,4 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 57,0 | 56,9 | — 0,1 | 14,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 35,8 | 50,0 | +14,4 | | |

*13 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 22,7 | 39,5 | +16,8 | | |
| 1 30 | 2 30 | × | 40,4 | 40,9 | + 0,5 | 16,7 | Despejado. Brisa fuerte. |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 42,0 | 59,6 | +17,6 | 17,5 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 60,5 | 60,2 | — 0,3 | 18,0 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 61,2 | 79,0 | +17,8 | | |

*13 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h56′ 0″ | 57′ 0″ | ⊙ | 22,5 | 40,0 | +17,5 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 57 30 | 58 30 | × | 41,2 | 41,5 | + 0,3 | 18,0 | |
| 59 0 | 8h0′ 0 | ⊙ | 42,5 | 61,7 | +19,2 | 19,0 | |

## 13 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ʰ 0′30″ | 1′30″ | × | 61,8 | 62,0 | + 0,2 | 19,0 | |
| 2 0 | 3 0 | ⊙ | 63,7 | 82,8 | +19,1 | 18,9 | |
| 3 30 | 4 30 | × | 84,0 | 84,2 | + 0,2 | 19,5 | |
| 5 0 | 6 0 | ⊙ | 60,2 | 80,5 | +20,3 | | |

## 13 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 28,4 | 47,0 | +18,6 | | Despejado, arreciando la brisa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 46,8 | 44,2 | — 2,6 | 20,9 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 44,7 | 62,7 | +18,0 | 22,1 | |
| 59 30 | 9ʰ0′30 | × | 61,2 | 56,8 | — 5,6 | 22,1 | |
| 9ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 56,5 | 73,5 | +17,0 | 21,8 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 71,5 | 67,5 | — 4,0 | 20,8 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 67,0 | 83,7 | +16,7 | | |

## 16 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 21,7 | 44,5 | +22,8 | | Banco de cúmulo-stratus en el horizonte por el S. E., S. y S. O. Despejado lo restante de la atmósfera. |
| 1 30 | 2 30 | × | 44,8 | 46,2 | + 1,5 | 21,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 48,0 | 71,5 | +23,5 | 22,4 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 72,7 | 73,5 | + 0,8 | 21,5 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 62,0 | 83,2 | +21,2 | | |

## 17 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10ʰ15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 19,0 | 37,7 | +18,7 | | Despejado. Brisa. |
| 16 30 | 17 30 | × | 38,2 | 40,0 | + 1,8 | 17,1 | |

17 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10ʰ18′ 0″ | 19′ 0″ | ⊙ | 42,8 | 62,0 | +19,2 | 17,8 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 63,2 | 64,2 | + 1,0 | 18,9 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 66,5 | 87,2 | +20,7 | 19,7 | |
| 22 30 | 23 30 | × | 87,5 | 88,7 | + 0,9 | 19,4 | |
| 24 0 | 25 0 | ⊙ | 22,8 | 42,7 | +19,9 | | |

17 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 24,0 | 47,0 | +23,0 | | Despejado. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 48,8 | 50,5 | + 1,7 | 21,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 53,5 | 77,0 | +23,5 | 22,2 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 77,8 | 78,7 | + 0,9 | 22,4 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 51,5 | 75,0 | +23,5 | | |

17 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ 5′ 0″ | 5′ 0″ | ⊙ | 23,5 | 43,5 | +20,0 | | Despejado. |
| 6 30 | 7 30 | × | 44,5 | 44,7 | + 0,2 | 20,1 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 46,5 | 67,2 | +20,7 | 20,6 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 68,0 | 68,0 | 0,0 | 20,9 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 69,8 | 91,0 | +21,2 | | |

18 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 22,0 | 40,5 | +18,5 | | Despejado. Brisa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 41,7 | 43,5 | + 1,8 | 17,4 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 46,0 | 66,0 | +20,0 | 18,4 | |
| 59 30 | 12ʰ0′30 | × | 67,2 | 68,7 | + 1,5 | 19,1 | |
| 12ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 71,2 | 92,5 | +21,3 | 19,9 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 93,5 | 94,8 | + 1,3 | 19,8 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 41,2 | 62,2 | +21,0 | | |

21 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $5^{h}$35′ 0″ | 36′ 0″ | ⊙ | 33,0 | 43,8 | +10,8 | | Despejado y muy claro el horizonte por el lado de la Sierra. Brisa fresca. |
| 36 30 | 37 30 | × | 44,5 | 44,0 | — 0,5 | 10,5 | |
| 38 0 | 39 0 | ⊙ | 44,2 | 53,5 | + 9,3 | 10,3 | |
| 39 30 | 40 30 | × | 53,0 | 51,5 | — 1,5 | 10,5 | |
| 41 0 | 42 0 | ⊙ | 51,0 | 59,7 | + 8,7 | 10,8 | |
| 42 30 | 43 30 | × | 59,2 | 56,5 | — 2,7 | 11,5 | |
| 44 0 | 45 0 | ⊙ | 55,7 | 64,5 | + 8,8 | | |

21 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $7^{h}$20′ 0″ | 21′ 0″ | ⊙ | 34,5 | 48,8 | +14,3 | | Despejado como en la observacion anterior. |
| 21 30 | 22 30 | × | 49,5 | 49,5 | 0,0 | 14,2 | |
| 23 0 | 24 0 | ⊙ | 50,0 | 64,0 | +14,0 | 15,5 | |
| 24 30 | 25 30 | × | 63,7 | 62,2 | — 1,5 | 15,7 | |
| 26 0 | 27 0 | ⊙ | 62,5 | 76,0 | +14,5 | 16,2 | |
| 27 30 | 28 30 | × | 75,5 | 73,5 | — 2,0 | 16,1 | |
| 29 0 | 30 0 | ⊙ | 59,2 | 72,8 | +13,6 | | |

21 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $9^{h}$ 8′ 0″ | 9′ 0″ | ⊙ | 17,5 | 33,5 | +16,0 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 9 30 | 10 30 | × | 34,2 | 34,8 | + 0,6 | 15,6 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 36,5 | 53,0 | +16,5 | 16,0 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 53,8 | 54,3 | + 0,5 | 16,6 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 56,0 | 73,8 | +17,8 | 17,4 | |
| 15 30 | 16 30 | × | 74,7 | 75,0 | + 0,3 | 18,0 | |
| 17 0 | 18 0 | ⊙ | 76,7 | 95,5 | +18,8 | | |

21 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10ʰ30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 21,5 | 40,4 | +18,9 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 31 30 | 32 30 | × | 41,5 | 42,3 | + 0,8 | 18,7 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 44,6 | 64,8 | +20,2 | 19,5 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 65,8 | 66,5 | + 0,7 | 20,1 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 68,8 | 90,2 | +21,4 | | |

21 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A. inicial. | B. final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11ʰ30′ 0″ | 31′ 0″ | ⊙ | 12,2 | 31,5 | +19,3 | | Despejado. Brisa fuerte. |
| 31 30 | 32 30 | × | 32,4 | 32,8 | + 0,4 | 19,5 | |
| 33 0 | 34 0 | ⊙ | 34,5 | 55,0 | +20,5 | 20,1 | |
| 34 30 | 35 30 | × | 55,8 | 56,3 | + 0,5 | 20,7 | |
| 36 0 | 37 0 | ⊙ | 58,5 | 80,5 | +22,0 | 21,3 | |
| 37 30 | 38 30 | × | 81,0 | 82,0 | + 1,0 | 21,6 | |
| 39 0 | 40 0 | ⊙ | 62,5 | 85,7 | +23,2 | 22,1 | |
| 40 30 | 41 30 | × | 86,2 | 87,4 | + 1,2 | 22,8 | |
| 42 0 | 43 0 | ⊙ | 22,7 | 45,5 | +22,8 | 22,0 | |
| 43 30 | 44 30 | × | 46,0 | 46,5 | + 0,5 | 22,4 | |
| 45 0 | 46 0 | ⊙ | 48,5 | 71,5 | +23,0 | 22,7 | |
| 46 30 | 47 30 | × | 71,8 | 72,0 | + 0,2 | 22,7 | |
| 48 0 | 49 0 | ⊙ | 12,2 | 35,0 | +22,8 | 22,9 | |
| 49 30 | 50 30 | × | 35,5 | 35,2 | — 0,3 | 23,4 | |
| 51 0 | 52 0 | ⊙ | 37,0 | 60,5 | +23,5 | 23,9 | |
| 52 30 | 53 30 | × | 60,3 | 59,7 | — 0,6 | 24,2 | |
| 54 0 | 55 0 | ⊙ | 61,5 | 85,2 | +23,7 | 24,6 | |
| 55 30 | 56 30 | × | 84,7 | 83,5 | — 1,2 | 24,2 | |
| 57 0 | 58 0 | ⊙ | 12,2 | 34,5 | +22,3 | 23,5 | |
| 58 30 | 59 30 | × | 34,0 | 32,8 | — 1,2 | 23,6 | |

*21 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 34,5 | 57,0 | +22,5 | 24,0 | |
| 1 30 | 2 30 | × | 56,5 | 54,7 | — 1,8 | 24,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 56,4 | 79,4 | +23,0 | 25,1 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 78,2 | 75,8 | — 2,4 | 24,9 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 12,5 | 34,5 | +22,0 | 24,5 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 33,8 | 31,2 | — 2,6 | 25,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 32,2 | 55,0 | +22,8 | 25,6 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 53,7 | 50,7 | — 3,0 | 25,9 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 51,7 | 74,8 | +23,1 | 26,3 | |
| 13 30 | 14 30 | × | 73,2 | 69,5 | — 3,7 | 26,9 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 51,2 | 74,5 | +23,3 | 27,0 | |
| 16 30 | 17 30 | × | 72,8 | 69,2 | — 3,6 | 27,0 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 50,5 | 74,0 | +23,5 | | |

*21 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 8,5 | 28,0 | +19,5 | | Despejado. |
| 56 30 | 57 30 | × | 27,0 | 23,8 | — 3,2 | 23,2 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 24,5 | 45,0 | +20,5 | 23,4 | |
| 59 30 | 1h0′30 | × | 44,4 | 41,8 | — 2,6 | 24,0 | |
| 1h 1 0 | 2 0 | ⊙ | 42,7 | 65,0 | +22,3 | 25,0 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 64,4 | 61,7 | — 2,7 | 25,6 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 62,5 | 86,0 | +23,5 | | |

21 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 12,7 | 37,5 | +24,8 | | Despejado. |
| 56 30 | 57 30 | × | 39,2 | 40,0 | + 0,8 | 24,4 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 42,0 | 67,7 | +25,7 | 25,2 | |
| 59 30 | 2ʰ0′30 | × | 69,0 | 69,2 | + 0,2 | 25,1 | |
| 2ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 71,0 | 96,0 | +25,0 | | |

21 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 12,0 | 28,8 | +16,8 | | Despejado. |
| 56 30 | 57 30 | × | 28,5 | 27,3 | — 1,2 | 18,0 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 28,2 | 45,0 | +16,8 | 18,0 | |
| 59 30 | 3ʰ0′30 | × | 45,0 | 43,8 | — 1,2 | 18,4 | |
| 3ʰ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 45,0 | 62,5 | +17,5 | | |

21 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,0 | 34,4 | +14,4 | | Despejado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 34,8 | 34,3 | — 0,5 | 14,4 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 35,6 | 49.5 | +13,9 | 14,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 50,0 | 49,5 | — 0,5 | 15,1 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 50,6 | 66,0 | +15,4 | | |

21 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 11,7 | 27,0 | +15,3 | | Despejado. |
| 1 30 | 2 30 | × | 28,7 | 30,0 | + 1,3 | 14,6 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 32,4 | 49,0 | +16,6 | 15,8 | |

21 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 4′30″ | 5′30″ | × | 50,2 | 50,5 | + 0,3 | 15,9 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 52,2 | 69,5 | +16,3 | 16,0 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 71,2 | 71,5 | + 0,3 | 16,2 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 73,0 | 89,8 | +16,8 | | |

21 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 20,8 | 32,5 | +11,7 | | |
| 1 30 | 2 30 | × | 33,8 | 34,0 | + 0,2 | 11,7 | Despejado. |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 34,7 | 46,7 | +12,0 | 11,9 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 47,7 | 47,8 | + 0,1 | 10,9 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 48,5 | 58,5 | +10,0 | | |

21 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 39,2 | 42,7 | + 3,5 | | El disco solar ha pasado por una banda de cúmulo-stratus, aproximándose al horizonte por un espacio atmosférico claro. |
| 1 30 | 2 30 | × | 42,8 | 42,3 | — 0,5 | 3,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 42,5 | 45,0 | + 2,5 | 3,2 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 44,8 | 44,0 | — 0,8 | 3,0 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 43,8 | 45,8 | + 2,0 | 3,0 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 45,4 | 44,2 | — 1,2 | 2,7 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 43,8 | 44,8 | + 1,0 | 2,2 | |
| 11 30 | 11 30 | × | 44,0 | 42,7 | — 1,3 | 2,0 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 42,3 | 42,8 | + 0,5 | 1,8 | |
| 13 30 | 14 30 | × | 42,3 | 41,0 | — 1,3 | 1,5 | |
| 15 0 | 16 0 | ⊙ | 40,5 | 40,0 | — 0,5 | | Postura del sol, la mitad del disco visible. |

*23 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $5^h$ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 12,6 | 19,2 | + 6,6 | | Banda de cirrus delante del disco solar. Brisa sensiblemente fresca. |
| 6 30 | 7 30 | × | 19,5 | 19,0 | — 0,5 | 6,6 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 19,0 | 24,5 | + 5,5 | 6,3 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 24,3 | 23,2 | — 1,1 | 5,8 | |
| 11 0 | 11 0 | ⊙ | 23,2 | 27,2 | + 4,0 | | |

*23 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $6^h$ 8′ 0″ | 9′ 0″ | ⊙ | 26,0 | 37,5 | +11,5 | | Despejado. |
| 9 30 | 10 30 | × | 38,5 | 38,8 | + 0,3 | 11,2 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 39,7 | 51,2 | +11,5 | 11,7 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 51,8 | 51,0 | — 0,8 | 12,4 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 51,7 | 63,5 | +11,8 | 12,5 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 64,0 | 63,4 | — 0,6 | 12,5 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 63,7 | 75,7 | +12,0 | | |

*23 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $9^h$56′ 0″ | 57′ 0″ | ⊙ | 52,2 | 73,5 | +21,3 | | Despejado. |
| 57 30 | 58 30 | × | 75,5 | 78,9 | + 3,4 | 17,6 | |
| 59 0 | $10^h$0′0 | ⊙ | 21,8 | 42,5 | +20,7 | 17,5 | |
| $10^h$ 0 30 | 1 30 | × | 44,5 | 47,5 | + 3,0 | 18,1 | |
| 2 0 | 3 0 | ⊙ | 50,5 | 72,0 | +21,5 | | |

## 23 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h55'\ 0''$ | $56'\ 0''$ | ⊙ | 22,5 | 42,5 | +20,0 | | |
| 56 30 | 57 30 | × | 43,8 | 46,4 | + 2,6 | 18,6 | Despejado. |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 49,0 | 71,5 | +22,5 | 20,0 | |
| 59 30 | $12^h0'30$ | × | 73,0 | 75,5 | + 2,5 | 20,8 | |
| $12^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 48,0 | 71,7 | +23,7 | 21,4 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 73,5 | 75,7 | + 2,2 | 21,0 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 55,7 | 80,5 | +22,8 | | |

## 23 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $12^h56'\ 0''$ | $57'\ 0''$ | ⊙ | 22,8 | 43,0 | +20,2 | 20,7 | Despejado. Brisa. |
| 57 30 | 58 30 | × | 44,5 | 45,0 | + 0,5 | 20,7 | |
| 59 0 | $1^h0'$ 0 | ⊙ | 47,7 | 70,0 | +22,3 | 21,7 | |
| $1^h$ 0 30 | 1 30 | × | 71,2 | 72,0 | + 0,8 | 22,4 | |
| 2 0 | 3 0 | ⊙ | 52,5 | 76,6 | +24,1 | 23,0 | |
| 3 30 | 4 30 | × | 78,0 | 79,5 | + 1,5 | 23,2 | |
| 5 0 | 6 0 | ⊙ | 53,7 | 79,0 | +25,3 | | |

## 23 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $1^h55'\ 0''$ | $56'\ 0''$ | ⊙ | 20,2 | 40,2 | +20,0 | | Despejado. |
| 56 30 | 57 30 | × | 41,5 | 42,0 | + 0,5 | 21,6 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 44,5 | 66,7 | +22,2 | 21,6 | |
| 59 30 | $2^h0'30$ | × | 68,0 | 68,7 | + 0,7 | 22,1 | |
| $2^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 61,5 | 85,0 | +23,5 | 22,3 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 86,5 | 87,5 | + 1,0 | 22,7 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 62,5 | 86,5 | +24,0 | | |

23 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 25,0 | 41,8 | +16,8 | | Despejado. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 42,2 | 41,5 | — 0,7 | 17,8 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 42,5 | 60,0 | +17,5 | 18,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 60,5 | 59,7 | — 0,8 | 18,7 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 60,7 | 79,0 | +18,3 | 19,0 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 79,5 | 78,8 | — 0,7 | 19,5 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,0 | 81,3 | +19,3 | | |

23 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3ʰ56′ 0″ | 57′ 0″ | ⊙ | 21,0 | 36,0 | +15,0 | | Despejado. Brisa. |
| 57 30 | 58 30 | × | 36,5 | 36,0 | — 0,5 | 14,7 | |
| 59 0 | 4ʰ0′0 | ⊙ | 37,0 | 52,5 | +15,5 | | |

23 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 41,2 | 56,0 | +14,8 | | Despejado. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 57,5 | 59,0 | + 1,5 | 13,9 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 60,7 | 76,7 | +16,0 | 14,8 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 78,2 | 79,2 | + 1,0 | 15,0 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 42,0 | 58,0 | +16,0 | 14,9 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 59,8 | 61,0 | + 1,2 | 14,9 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 62,7 | 79,0 | +16,3 | | |

23 *de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5ʰ55′ 0″ | 56′ 0″ | ⊙ | 21,2 | 33,8 | +12,6 | | Despejado. Brisa. |
| 56 30 | 57 30 | × | 34,8 | 34,7 | — 0,1 | 12,8 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 35,4 | 48,3 | +12,9 | 13,0 | |
| 59 30 | 6ʰ0′30 | × | 49,0 | 49,0 | 0,0 | 13,0 | |

## 23 de junio.

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h 1′ 0″ | 2′ 0″ | ⊙ | 49,8 | 62,8 | +13,0 | 13,0 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 63,7 | 63,7 | 0,0 | 13,1 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 64,4 | 77,7 | +13,3 | | |

## 23 de junio.

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6h56′ 0″ | 57′ 0″ | ⊙ | 30,0 | 35,0 | + 5,0 | | Cirrus pequeños próximos al disco solar. Brisa. |
| 57 30 | 58 30 | × | 35,4 | 35,0 | — 0,4 | 4,9 | |
| 59 0 | 7h0′ 0 | ⊙ | 35,0 | 39,0 | + 4,0 | 4,5 | |
| 7h 0 30 | 1 30 | × | 39,2 | 38,7 | — 0,5 | 4,5 | |
| 2 0 | 3 0 | ⊙ | 38,5 | 42,5 | + 4,0 | 4,5 | |
| 3 30 | 4 30 | × | 42,2 | 41,7 | — 0,5 | 3,9 | |
| 5 0 | 6 0 | ⊙ | 41,7 | 44,5 | + 2,8 | 3,4 | |
| 6 30 | 7 30 | × | 44,6 | 44,0 | — 0,6 | 3,2 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 43,8 | 46,2 | + 2,4 | 3,1 | |
| 9 30 | 10 30 | × | 46,2 | 45,5 | — 0,7 | 2,8 | |
| 11 0 | 12 0 | ⊙ | 45,5 | 47,3 | + 1,8 | 2,4 | |
| 12 30 | 13 30 | × | 47,0 | 46,4 | — 0,6 | 2,0 | |
| 14 0 | 15 0 | ⊙ | 46,2 | 47,2 | + 1,0 | | |

## 24 de junio.

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra +. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 42,5 | 48,5 | + 6,0 | | Despejado. Calinoso el horizonte. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 49,0 | 49,2 | + 0,2 | 5,7 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 50,0 | 55,8 | + 5,8 | 5,7 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 56,0 | 56,0 | 0,0 | 5,8 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 25,4 | 31,2 | + 5,8 | 5,7 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 31,7 | 31,5 | — 0,2 | 6,0 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 31,8 | 37,7 | + 5,9 | | |

*24 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $8^h55' 0''$ | $56' 0''$ | ⊙ | 24,7 | 42,7 | +18,0 | | Despejado en direccion del disco solar. Estado calinoso en direccion S. O. |
| 56 30 | 57 30 | × | 44,5 | 46,8 | + 2,5 | 16,1 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 49,7 | 68,5 | +18,8 | 16,5 | |
| 59 30 | $9^h0'30$ | × | 70,8 | 73,5 | + 2,7 | 16,9 | |
| $9^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 51,8 | 72,2 | +20,4 | 17,9 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 74,4 | 76,8 | + 2,4 | 18,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 53,0 | 74,2 | +21,2 | | |

*24 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $11^h55' 0''$ | $56' 0''$ | ⊙ | 28,5 | 56,0 | +27,5 | | Seguia el horizonte calinoso. |
| 56 30 | 57 30 | × | 58,0 | 61,0 | + 3,0 | 23,5 | |
| 58 0 | 59 0 | ⊙ | 64,7 | 90,2 | +25,5 | 23,6 | |
| 59 30 | $12^h0'30$ | × | 91,5 | 92,2 | + 0,7 | 24,4 | |
| $12^h$ 1 0 | 2 0 | ⊙ | 23,5 | 48,2 | +24,7 | 24,5 | |
| 2 30 | 3 30 | × | 49,2 | 48,9 | + 0,5 | 25,4 | |
| 4 0 | 5 0 | ⊙ | 50,5 | 76,0 | +25,5 | | |

*24 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $2^h$ 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 63,2 | 88,0 | +24,8 | | Algunos cirro-cúmulus flotantes. Brisa. |
| 1 30 | 2 30 | × | 90,2 | 93,0 | + 2,8 | 22,2 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 52,0 | 77,2 | +25,2 | 23,3 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 79,5 | 80,5 | + 1,0 | 24,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 43,0 | 68,5 | +25,5 | | |

*26 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $5^h$10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 45,7 | 52,8 | + 9,1 | | Despejado. Brisa fresca. |
| 11 30 | 12 30 | × | 53,8 | 54,0 | + 0,2 | 8,7 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 54,5 | 63,2 | + 8,7 | 8,8 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 63,7 | 63,2 | — 0,5 | 9,2 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 63,5 | 72,2 | + 8,7 | 9,4 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 72,7 | 71,8 | — 0,9 | 9,7 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 72,0 | 81,0 | + 9,0 | | |

*26 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $9^h$10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 6,4 | 30,0 | +23,6 | | Despejado. Calma. |
| 11 30 | 12 30 | × | 33,0 | 37,2 | + 4,2 | 20,5 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 41,2 | 66,0 | +25,8 | 21,9 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 68,8 | 72,5 | + 3,7 | 22,2 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 35,8 | 61,8 | +26,0 | 22,2 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 64,5 | 68,5 | + 4,0 | 22,1 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 52,7 | 78,8 | +26,1 | | |

*26 de junio.*

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $12^h$ 5′ 0″ | 6′ 0″ | ⊙ | 19,0 | 46,0 | +27,0 | | Algunos cirro-cúmulus pequeños flotando en el espacio. Calma. |
| 6 30 | 7 30 | × | 47,5 | 49,5 | + 2,0 | 25,0 | |
| 8 0 | 9 0 | ⊙ | 53,0 | 80,0 | +27,0 | 25,6 | |
| 10 30 | 11 30 | × | 81,2 | 82,0 | + 0,8 | 26,2 | |
| 12 0 | 13 0 | ⊙ | 31,5 | 48,5 | +27,0 | | |

*26 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h15′ 0″ | 16′ 0″ | ⊙ | 43,0 | 73,0 | +30,0 | | |
| 16 30 | 17 30 | × | 74,0 | 74,8 | + 0,8 | 28,4 | |
| 18 0 | 19 0 | ⊙ | 32,5 | 61,0 | +28,5 | 28,4 | |
| 19 30 | 20 30 | × | 62,0 | 61,5 | — 0,5 | 28,3 | |
| 21 0 | 22 0 | ⊙ | 12,8 | 40,0 | +27,2 | | |

*27 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4h40′ 0″ | 41′ 0″ | ⊙ | 14,8 | 18,5 | + 3,7 | | Despejado. Calma. |
| 41 30 | 42 30 | × | 18,7 | 18,5 | — 0,2 | 3,4 | |
| 43 0 | 44 0 | ⊙ | 18,5 | 21,3 | + 2,8 | 3,3 | |
| 44 30 | 45 30 | × | 21,4 | 20,5 | — 0,9 | 4,6 | |
| 46 0 | 47 0 | ⊙ | 20,8 | 25,5 | + 4,7 | 5,6 | |
| 47 30 | 48 30 | × | 25,7 | 24,8 | — 0,9 | 5,3 | |
| 49 0 | 50 0 | ⊙ | 24,5 | 28.5 | + 4,0 | | |

*27 de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final. | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12h 0′ 0″ | 1′ 0″ | ⊙ | 15,5 | 42,0 | +26,5 | | Despejado. Calma. |
| 1 30 | 2 30 | × | 44,8 | 48,0 | + 3,2 | 24,5 | |
| 3 0 | 4 0 | ⊙ | 51,5 | 80,5 | +29,0 | 26,1 | |
| 4 30 | 5 30 | × | 82,5 | 85,2 | + 2,7 | 26,3 | |
| 6 0 | 7 0 | ⊙ | 22,2 | 51,2 | +29,0 | 26,6 | |
| 7 30 | 8 30 | × | 52,8 | 55,0 | + 2,2 | 27,5 | |
| 9 0 | 10 0 | ⊙ | 57,8 | 87,5 | +29,7 | | |

27 *de junio.*

| Tiempo inicial. | Tiempo final | Esposicion al sol ⊙ y á la sombra ×. | Lectura de la escala del Actinómetro. A inicial. | B final. | Diferencia por minuto. | Irradiacion solar en partes de la escala. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1ʰ10′ 0″ | 11′ 0″ | ⊙ | 24,5 | 53,0 | +28,5 | | Despejado. Calma. |
| 11 30 | 12 30 | × | 55,5 | 58,0 | + 2,5 | 26,2 | |
| 13 0 | 14 0 | ⊙ | 61,5 | 90,5 | +29,0 | 26,6 | |
| 14 30 | 15 30 | × | 81,5 | 83,8 | + 2,3 | 27,2 | |
| 16 0 | 17 0 | ⊙ | 59,5 | 89,5 | +30,0 | 27,7 | |
| 17 30 | 18 30 | × | 91,5 | 93,4 | + 1,9 | 28,0 | |
| 19 0 | 20 0 | ⊙ | 41,7 | 71,5 | +29,8 | | |

*Manuel Rico y Sinobas.*

# DE LA FERMENTACION

ALCOHÓLICA

# DEL ZUMO DE LA UVA,

CON INDICACION

DE LAS CIRCUNSTANCIAS QUE MAS INFLUYEN EN LA CALIDAD Y CONSERVACION DE LOS LÍQUIDOS RESULTANTES.

## MEMORIA PREMIADA POR LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

EN CONCURSO PUBLICO,

CON ARREGLO AL PROGRAMA PRESENTADO POR LA MISMA

PARA EL AÑO DE 1857.

POR EL DOCTOR DON MAGIN BONET Y BONFILL,

*Catedrático de Química industrial en el Real Instituto de Madrid.*

# INTRODUCCION.

«*Ubi notandum..... Nihil fermentare quod non sit dulce.*» (Becher.)

De la fermentacion alcoholica del zumo de la uva, con indicacion de las circunstancias que mas influyen en la calidad y conservacion de los líquidos resultantes.

1. El vino, uno de los productos ó resultados inmediatos de la fermentacion alcohólica, es tan antiguo como la sociedad humana á lo que parece. Si consultamos la mitología de los Faraones, el mismo Osiris, el autor de todo lo creado, enseñó al hombre el cultivo de la vid y el arte de fabricar el vino. Los griegos, herederos de la filosofía y del politeismo egipcios, atribuyen las mismas revelaciones á Baco, ó sea al Osiris de Homero. Esto en cuanto á la fábula. Viniendo á los tiempos históricos, la Biblia nos dice desde luego (1) que Noe fué el primer cultivador de la vid, y el primero tambien que esperimentó los efectos del esceso de la bebida del zumo fermentado de su fruto. Mas tarde hallamos á Lot (2), víctima de este mismo esceso por las libaciones harto repetidas con que le brindan sus dos hijas despues de la destruccion de Sodoma y Gomorra, deseosas de concebir de su padre para que no concluyera su raza. Introduccion.

Pudiéramos aducir otras varias citas en corroboracion de la antigüe-

(1) Génesis, cap. IX, v. 21.
(2) Idem, cap. XIX, v. 32, 33, 34 y 35.

Introduccion. dad del vino, si bien no las creemos necesarias despues de las que se acaban de trasladar.

2. La fermentacion, ó sea la causa que trasforma el zumo de la uva (el mosto) en vino, aunque tan antigua como este, no se conoce de una manera detenida y exacta sino desde hace muy poco tiempo. Uno de sus productos (el vino) acabamos de ver que es conocido de todos tiempos; su verdadera causa, empero, ha sido ignorada, podríamos decir, hasta nuestros dias: fenómeno estraño á primera vista, si bien hallamos repetidísimos casos análogos. ¿Sabemos por ventura la verdadera causa de las afinidades químicas? ¿Conocemos detenidamente el agente (los agentes segun algunos) que preside á la manifestacion de los fenómenos luminosos ó eléctricos? ¿Conocemos la esencia ó agente inmediato de la atraccion?

La palabra *fermentacion*, de todos modos, debe ser tan antigua como el mismo vino. Procedente del latin *fermentum*, levadura, nos dice que los habitantes del Lacio la conocieron perfectamente; del propio modo que mucho antes, tambien en la sociedad primitiva, se habia conocido en la fabricacion del pan, pues encontramos los panes *ácimos* ó sin levadura..... Nadie nos esplica, sin embargo, como no sea de una manera enigmática y empírica, el modo de obrar de esta levadura en los paises y tiempos aludidos. En prueba de ello veamos lo que dice Plinio: «*Galliæ et Hispaniæ frumento in potum resoluto, spuma ita concreta pro fermento utuntur; qua de causa levior illis, quam cæteris, panis est.*» En estas palabras del naturalista é historiador romano descubrimos la levadura que se forma en la fabricacion de la cerveza, y que se empleaba en su tiempo en la Galia y en nuestro pais para la fabricacion del pan, siendo este entonces mas ligero que los demás. El mismo Plinio ha conocido la fermentacion ácida de la pasta de la harina: «*palam est naturam (farinæ) acore fermentari;*» pero aqui, como en el primer caso, se limita á consignar el hecho sin darnos de él la menor esplicacion.

Opiniones de los alquimistas sobre la fermentacion. 3. No son mas esplícitos en general los alquimistas sobre este punto. Conocen el efecto de los fermentos, y lo exajeran hasta el punto de creer que todos los cuerpos pueden fermentar sometiéndoles á la accion de un fermento bien preparado; bien que esta exajeracion no debe sor-

prendernos, si consideramos de una parte que no hacian distincion de química orgánica é inorgánica, y de otra que estaban de contínuo dominados por una idea preconcebida, la trasformacion de los metales en oro y plata, y el hallazgo de la piedra filosofal, que debia efectuar tan maravilloso portento. En prueba de ello oigamos á nuestro RAIMUNDO LULIO en el capítulo *De Fermentis*, de la segunda parte de su *Testamenti novissimi*: «*Fili*, dice, *cum medicinis fermentorum potes fermentare naturam omnium corporum, et dicimus tibi, quod antequam velis fermentare, videas primò quod fermentum benè præparatur.....*» —PEDRO BONUS, de Ferrara, que escribió entre 1330 y 1340, nos dice en su *Margarita pretiosa*, tratando del *fermento*, que este es la misma *piedra filosofal*, que todo lo trasforma; en lo cual se manifiesta gran partidario de Raimundo Lulio, y hasta aventaja á su maestro. Dice, entre otras cosas, en corroboracion de esto: «*De fermento, sine quo ars Alchemiæ perfici et compleri non potest, occultissimè et velatis sermonibus tractaverunt philosophi, quoniam ipsum est de secretissimis terminis hujus..... Apud philosophos fermentum dupliciter videtur dici: uno modo ipse lapis* (*philosophorum*) *ex suis elementis compositus et completus in comparatione ad metalla: alio modo illud quod est perficiens lapidem et ipsum complens*.....—En el Libro de las doce puertas, JORGE RIPLEY nos da tambien un tratado sobre la fermentacion, pero concebido enteramente en el sentido alquimista, como antes hemos visto. En igual estilo hablaron otros alquimistas del siglo XV.—Algo mas claro es BASILIO VALENTIN en su *Currus antimonii triumphalis* hablando de la fabricacion de la cerveza y del fermento que para la misma se emplea, por cuanto dice, «que bajo su influjo se desarrolla en esta bebida un incendio (alcohol) mas intenso, que va siempre en aumento, efectuándose luego la separacion de la parte turbia de la trasparente.» Segun esto, se deduce que este alquimista supone que el alcohol existe ya en el mosto (opinion muy creida aún en la actualidad por varios cosecheros de nuestro pais), y que la accion del fermento se reduce á ponerle mas en relieve, y á separarle de las partes que mas embargaban ú ocultaban su presencia, cual sucede al separarse la parte clara de la turbia (*puri ab impuro*).

Introduccion

Raimundo Lulio.

Pedro Bonus (Bueno).

Jorge Ripley.

Basilio Valentin.

LIBAVIO en su *Alchymia*, impresa en 1595, hablando de la fermentacion, se espresa de esta manera: «*Fermentatio est rei in substantia, per*

Libavio.

Introduccion. *admixtionem fermenti, quod, virtute per spiritum distributa, totam penetrat massam et in suam naturam immutat, exaltatio.*» Hasta aquí no hace mas que admitir una trasformacion completa de toda la masa; pero un poco mas adelante observa el primero que el fermento obra esta trasformacion sobre todo bajo el influjo del aumento de temperatura de la masa: «*agit fermentum præsidio caloris interni maximè.*» Y á propósito de la fermentacion alcohólica, todavía nos la describe de una manera mucho mas clara (en sus resultados siempre, nunca en las causas) en las palabras siguientes: «*Sunt etiam fermentationes* (admite mas de una, como se ve) *in vegetabilibus. Et primum quidem illa usitatissima in massa fermentacea per fermentum acidum, cujus naturam imitatur, vel etiam superat spiritus ardens ex frumentis extractus, vel fæcibus potionum inebriantium, sicut et ipsæ fæces vini vel cerevisiæ fermentant. Deinde est fermentatio potuum, qua fervescunt, et secessu facto repurgantur. Ea item fit per fæces valentes è vino vel cerevisia sumptas. Ita cum è polenta aquam ardentem elicere volunt, eam fermentant. Mutatur enim illa mixtura ad naturam fermenti, maximè si bis fiat.*» De lo cual se desprende claramente que ha conocido muy bien la fermentacion *alcohólica* y la *acética*. Este alquimista es tambien el primero que ha consignado, que la fermentacion y la putrefaccion son dos operaciones muy parecidas y enlazadas, que *solo se distinguen por la naturaleza de los productos que engendran*. En esto están conformes en el dia los mas de los químicos.

Escuela yatro-química. 4. Entre los yatro-químicos ó químicos médicos, el estudio de la fermentacion va esclareciéndose algo mas de lo que hasta su época habia sido. Para que tenga lugar se necesita del concurso de dos cuerpos que se trasforman reaccionando uno sobre otro: asi nos lo dice el Van-Helmont. primero VAN-HELMONT en su *Ortus medicinæ*, publicado en 1648. Pero la observacion mas interesante de este autor consiste en haberse fijado primero que nadie en el *gas* que se desprende durante la fermentacion alcohólica, si bien no consiguió demostrar su completa identidad con el que se produce durante la combustion del carbon, cual lo manifiestan claramente los nombres de *gas carbonum* con que designa el último, y el de *gas vinorum* que da al primero. Hasta su época se creia que el gas ó materia que se desprendia, era de la misma naturaleza que el espíritu

de vino: él mismo confiesa que ha creido en la identidad de estas dos sustancias, engañado por la autoridad de los escritos de los ignorantes (*auctoritate scriptorùm ignorantium delusus*); pero se convenció de su error despues de haber consultado su propia esperiencia. Introduccion

5. Cristobal Wren, famoso arquitecto de Londres (nacido en 1632 en Wiltshire y muerto siendo profesor de astronomía en Oxford en 1732), y uno de los socios que mas lustre dieron en su principio á la Real Academia de Ciencias de esta capital, fue el primero en demostrar ante esta corporacion la identidad del gas que se desprendia durante la fermentacion alcohólica, con el que se obtenia cuando se trataba el antiguo *aceite de tártaro por deliquio*, ó sea el carbonato de potasa, por el vinagre. Este esperimento le hizo recojiendo en vejigas el gas que se desprendia de la masa que fermentaba en una vasija cerrada, con su tubulura correspondiente para dirigir el gas á la vejiga mencionada. Este trabajo, por lo demas, le hizo en el mismo tiempo en que Bayle (1664) se ocupaba del estudio de los gases, inventando al efecto, algunos años despues, la cuba hidro-neumática. De esta manera quedaba bien demostrada por algunas de sus propiedades la identidad del ácido carbónico desprendido durante la fermentacion alcohólica, y el que produce la efervescencia de los carbonatos tratados por los ácidos enérgicos. Cristobal Wren.

6. Juan Mayow, el primero que ha dado una esplicacion de la combustion y de la accion del aire en el acto de la respiracion tales como se dan en el dia, con solo la diferencia de designar nuestro oxígeno con el nombre de *sal nitrosa* (*Cuvier, Histoire des Scienc. nat.*, *v.* 2, *p.* 357), y tambien con el de *nitro aéreo*, fué el primero en establecer que era indispensable el influjo del aire ó del *nitro aéreo* que contiene, para que la fermentacion tenga lugar; y tan bien lo ha conocido, que aconseja se evite su contacto por medio de una capa de un cuerpo graso (manteca), si se quiere que los cuerpos no fermenten ó no se pudran (confunde, como se ve, la putrefaccion con la fermentacion). «*Quando rerum corruptio*, dice, *calido humidoque extraneis instituitur, motus intestinus à particulis nitro-aereis ab aere suggestis præcipuè efficitur. Hinc ea quæ spiritum nitro-aereum excludunt, res à corruptione vindicant: quæ ratio est quod vegetabilium fructus, uti etiam carnes butyro coopertæ, à putredine diu præ-* Juan Mayow.

Introduccion. *serventur.*» Esto se lee en su tratado *de Sal-nitro et Spiritu nitro-aereo*, impreso en 1669.

Distincion de la fermentacion alcohólica de la efervescencia. 7. Como ya antes de Wren se sospechaba que fuese uno mismo el gas que se desprende cuando se descompone un carbonato por un ácido, y el que se produce durante la fermentacion alcohólica, de aqui se originó el que esta se confundiese por algunos con la efervescencia. Esta

Silvio de le Boe. confusion la aclaró primero que nadie Silvio de le Boe en su *Disputatio de alimentorum fermentatione in ventriculo* (1659), en donde observa muy oportunamente que durante la fermentacion tiene lugar una *descomposicion*, al paso que en la efervescencia producida por los ácidos enérgicos sobre el carbonato de potasa y demás carbonatos, hay una *combinacion*. «*Effervescentia ex spiritus acidi et salis lixiviosi, aliusve subjecti cujusvis fixum salem concludentis concursu orta, toto cœlo differt à fermentatione. Hujus namque finis est partium mixti ad faciliorem sui segregationem dispositio per salini earumdem vinculi dissolutionem: illius autem spiritus acidi cum lixivioso sale coagulatio, aliove subjecto concentratio, adeoque cum ipsis conjunctio.*» En la misma distincion insiste mucho tambien mas tarde

Lemery. Lemery, en su *Cours de Chemie* impreso en 1675.

8. Pero donde encontramos un conjunto de ideas muy bien recojidas y mejor espresadas acerca de la fermentacion alcohólica por lo que de su tiempo podia esperarse, es en la *Physica subterranea*, ó sea en las

Juan Joaquin Becher. *Acta laboratorii chimici Monacensis*, de Juan Joaquin Becher. El gran médico y químico, ateniéndose á los hechos y parándose muy poco en el latin en que escribia, segun el mismo lo confiesa con una naturalidad y una franqueza que debian desarmar á los críticos y puristas (*Excuso latinitatem in hoc opere, quam barbaram esse fateor. Rebus attentus, verba neglexi*), escribia en 1682: «*Sunt duæ rarefactionis species, quibus natura ut duobus brachiis utitur; fermento nempe et igne, scilicet fermentatione et ustione, sororibus germanis, utriusque naturæ ancillis, summè necessariis. Fermentatio est particularum sulphurearum condensatarum elevatio, rarefactio et extensio, mediante fermento et aere. Ubi notandum:* 1. *Nihil in occluso fermentare.* 2. *Fermentationis finem esse ascescentiam.* 3. *Nihil fermentare quod non sit dulce. Acida enim, ut mala citrea, sal commune, nitrum, non fermentantur.* 4. *Si fermentatio justo diutius continuet, elevari particulas sa-*

*linas et prædominare sulphureis, fierique acetum.* 5. *Ante fermentationem non* Introduccion.
*dari spiritum ardentem.* 6. *Reactione aceti spiritus super quodam testaceo, condensari rursus particulas salinas, et prodire sulphureas; ut in mixto vidimus quod saccharum et spiritum ardentem Saturni improprié vocant.* 7. *Fermentatione finita tria resultant; nempre fæces, substantia media subacida, et spirituosa sulphurea inebrians.* Solo fermentan los cuerpos dulces en presen- J. J. Becher.
cia del aire y de un fermento; pero si la fermentacion se continúa por mucho tiempo, toma origen el vinagre: el aguardiente no existe antes de la fermentacion: el producto de esta son las heces, un cuerpo medio ácido, y el espíritu. Nadie antes de Becher ha resumido mejor las condiciones, la marcha y los productos de la fermentacion alcohólica; siendo de advertir que estudió muy detenidamente tambien la destilacion del vino, pues solo de este modo, una vez destilado el alcohol, ha podido fijarse en la parte (*substantia media subacida*) en que dominaba una acidez debil, cual sucede en las vinazas ó resíduo acuoso de la destilacion del vino. No pretendemos decir con esto que sea él quien ha destilado y obtenido el espíritu de vino por primera vez, pues es sabido que data esta operacion, cuando menos, del tiempo de Geber ó Dschafar, que la hizo conocer en la Universidad de Sevilla en el siglo VIII, poco despues de la invasion de nuestro pais por los árabes, importándola con otros varios conocimientos de los pueblos de Oriente, de donde procedia; pero sí queremos indicar que llamó su estudio la parte acuosa que queda cuando se ha destilado ú obtenido el alcohol por medio del vino, la cual es siempre sensiblemente ácida. Admira tambien en Becher la manera resuelta con que niega la existencia del alcohol ó espíritu en los mostos ó frutos antes de la fermentacion, segun era opinion general en su tiempo, y opinion que hasta ha llegado á nuestros dias entre algunas personas (5). Ni podia ocultársele, despues de las ideas tan claras y precisas que sobre la fermentacion alcohólica profesaba, que esta no podia tener lugar en las uvas no machacadas ó enteras, como lo observa muy oportunamente, por faltar la accion del aire sobre el zumo de las mismas; esperimento repetido en la época presente por Gay-Lussac, á quien en general se reconoce como autor del mismo.

9. Poco quedaba ya que estudiar á primera vista sobre la fermenta-

Introduccion. cion alcohólica, despues de lo que acababa de hacer Becher. Varios otros, sin embargo, trataron de esclarecer todavía mas esta accion misteriosa.

Jorge Ernesto Stahl. Uno de ellos fue STAHL (nacido en Ansbach en 1660 y muerto en Berlin en 1734, siendo médico del Rey de Prusia), el autor ó gefe de la llamada *escuela flogística*, y otro, WILLIS (nacido en el condado de Wiltshire en 1621 y muerto en Londres en 1675). Aunque diferentes en pais y en edad, los dos médicos convienen en una esplicacion que en el dia se atribuye al Baron de LIEBIG, es á saber: *que un cuerpo puesto en estado de descomposicion puede trasladar ó comunicar la descomposicion en que se halla, á otros cuerpos en cuyo contacto se encuentra;* segun lo cual, dichos químicos admiten que el fermento es el primero en entrar en descomposicion, y que luego comunica el *movimiento* de descomposicion que le altera, á los cuerpos susceptibles de fermentar.

Willis. En su *Diatribe de fermentatione*, que publicó junto con el *Diatribe de febribus* en 1659, es donde Willis define la fermentacion diciendo: «*Fermentatio est motus intestinus cujusve corporis cum tendentia ad perfectionem ejusdem corporis, vel propter mutationem in aliud.*» Acto contínuo da del fermento la definicion antes indicada. Y para acabar de corroborarla, dice luego: «*Plures sunt modi quibus fermentatio promovetur. Primus et præcipuus erit fermenti cujusdam corpori fermentando adjectio: cujus particulæ* CUM PRIUS SINT IN VIGORE ET MOTU POSITÆ, ALIAS IN MASSA FERMENTANDA OTIOSAS ET TORPIDAS EXUSCITANT, ET IN MOTUM VINDICANT.» Hay varios modos de provocar la fermentacion. El primero y principal será la adicion de algun fermento al cuerpo que va á fermentar, cuyas partículas, *una vez puestas en actividad y en movimiento, despiertan y provocan á que se muevan las torpes y quietas del cuerpo ó masa que ha de fermentar*. No puede ser mas claro ni mas terminante Willis, por lo que toca al modo de obrar del fermento. El Baron de Liebig no ha hecho, pues, otra cosa, al definir la fermentacion en nuestros dias, que resucitar la esplicacion del gran médico inglés, bien que callando su nombre.

De la *Zymotechnia fundamentalis* de Stahl, impresa en 1697, podríamos tomar tambien varios pasages para confirmar que habia aceptado de lleno este autor las esplicaciones de Willis sobre la fermentacion, pero renunciamos á ello para no hacer esta reseña demasiado difusa.

Por lo demás, Stahl mismo en esta cuestion no ha dado un paso mas allá de Becher, su maestro, de quien se manifiesta gran admirador. Introduccion.

10. Kunkel (nacido en 1630 en Rendsburg y muerto en Stokolmo en 1702), es el primero, á lo que parece, en haber observado que la fermentacion se contiene por el influjo de los ácidos, especialmente por el sulfúrico, y tambien por el espíritu de vino. Mas tarde recordaremos y sacaremos partido de esta propiedad. Juan Kunkel.

11. Boerhave (nació en 1668 en Voorhout, cerca de Leyden, y murio en esta villa en 1738), teólogo primero y partidario acérrimo de nuestro escéptico Espinosa, médico en seguida y profesor mas tarde de medicina y luego de química y de botánica en la universidad de Leyden, tambien se ha ocupado de la fermentacion. Su maestro favorito era Stahl, cuyas opiniones profesaba en un todo sobre este punto; siendo de advertir que atento á los resultados, no se ocupa en lo mas mínimo de las causas que la provocan. Indica, como ya antes se habia hecho (3—8), que hay dos fermentaciones principales, la espirituosa y la ácida: solo los vegetales ó sus productos pueden esperimentarlas. Los animales esperimentan la putrefaccion en el sentir de este autor. Herman Boerhave.

12. Entre Boerhave y Lavoissier, el reformador de la química actual, se dieron á conocer algunos químicos, que tambien se ocuparon un tanto de la fermentacion. Es uno de ellos Wiegleb. Habiendo probado que la potasa que se obtenia por la incineracion de las plantas, existe en ellas antes de ser destruidas por el fuego (lo contrario de lo que se creyó por mucho tiempo), generalizó luego esta preexistencia á todos los productos que se obtienen de las mismas, y tambien á los que se desarrollan por medio de la fermentacion. De aqui el que sostuviese Wiegleb que el alcohol ó espíritu de vino existe enteramente formado en los mostos, como un principio inmediato de las plantas, bien que en forma de una combinacion sólida, retrocediendo con esto á los tiempos de Basilio Valentin. Otros dos compatriotas suyos, á saber, Gren y mas especialmente Westrumb, trataron de convencerle ó de sacarle de su error, defendiendo de paso á Becher sobre este punto. El último sobre todo probó que por la destilacion solo del zumo ó mosto sin fermentar (y es un argumento concluyente) nunca se obtiene el espíritu de vino, y que Wiegleb Gren. Westrumb.

Introduccion. por la destilacion del mismo con el ácido nítrico tampoco se obtenia nada de eter nítrico. Combatidas con tales argumentos las ideas de Wiegleb sobre la fermentacion, no hicieron gran número de prosélitos conocidos.

En este período se examinó de nuevo de una manera especial el desprendimiento del gas que tiene lugar durante la fermentacion alcohólica.

Mac-Bride. En sus «*Experimental Essays,*» publicados en 1764, Mac-Bride señala

Black. el desprendimiento de un gas, que Black reconoció de una manera muy exacta ser el *aire fijo* (ácido carbónico); pero á la verdad estos dos químicos no hacian mas que corroborar la esperiencia hecha ya mucho an-

Cavendish. tes por Wren (5) ante la misma Academia de Londres.—Cavendish, por fin, el mas rico de todos los sabios y el mas sabio de todos los ricos de su tiempo, como observa muy oportunamente el Baron de Cuvier, demostró igualmente que el gas en cuestion es idéntico al que se desprende del marmol tratado por los ácidos enérgicos (lo mismo que ya habia observado Wren), y que 100 partes de azucar desprendian 57 de dicho gas, cuando la fermentacion alcohólica del mismo habia llegado á su término. Aqui encontramos por primera vez la balanza entre las manos de los que estudian esta cuestion, y por lo mismo no es estraño que su indicacion no haya sido del todo exacta, pues como mas tarde se hará ver, solo desprende dicho azucar 51 por 100 del gas mencionado en el acto de su fermentacion.

13. Un digno competidor de Cavendish, pero bajo todos conceptos

Lavoissier. infinitamente mas desgraciado, el gran Lavoissier, se dedicó tambien, en los tan cortos como brillantes dias de su existencia, al estudio de la fermentacion alcohólica, consultando siempre la balanza como su rival del otro lado del Canal de la Mancha. En su *Tratado elemental de química*, impreso en 1789, es donde hallamos en resumen los esperimentos y las deducciones que de los mismos sacó para corroborar su opinion sobre una cuestion tan importante, pero que de una manera mucho mas lata antes habia espuesto ya ante la Academia de Ciencias de París. Observando que el mosto de la uva por la fermentacion da origen al alcohol y al ácido carbónico, sienta la proposicion siguiente (demasiado absoluta sin duda alguna): «*El mosto de la uva es igual á ácido carbónico*

*mas alcohol.*» De aqui resulta, añade, que por dos medios se puede aclarar lo que pasa en la fermentacion vinosa: el primero determinando bien la naturaleza y los principios del cuerpo fermentescible; el segundo observando atentamente los productos que se desenvuelven durante la fermentacion; y es evidente que los conocimientos que se pueden adquirir sobre uno de ellos, nos conducen á sacar deducciones ciertas acerca de la naturaleza de los demás, y recíprocamente. Teniendo una idea tan clara de la manera puramente matemática como debia estudiarse el fenómeno que nos ocupa, pasa luego á la práctica, escojiendo al efecto el azucar de caña, del que toma un peso conocido, le somete á la fermentacion, y determina, al fin, el peso y la naturaleza de los diferentes productos que durante la misma se forman. Acabándose de analizar entonces por el mismo dicho azucar, y habiéndole atribuido una composicion muy diferente de la que los análisis posteriores perfeccionados le han encontrado, todo el cálculo que sobre ella estaba basado, debia ser por precision defectuoso. A lo mismo contribuye igualmente el análisis, tambien defectuoso, del alcohol anhidro; asi como el haber obtenido ácido acético al propio tiempo que alcohol, mientras de otra parte quedó todavía azucar por fermentar en el esperimento fundamental que hizo para esclarecer este estudio. Júzguese de ello por los resultados siguientes obtenidos con algunas onzas de azucar piedra que hizo fermentar (deducido el que no fermentó), bien que elevados por el cálculo á cantidades mayores. Introduccion.

95‘9 libras de dicho azucar, dice, se componen de 26‘8—*C;* 7‘7—*H;* 61‘4—*O;* y despues del esperimento dieron:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 57‘7 | libras de alcohol, que contienen | 16‘7—*C;* | 9‘6—*H;* | 31‘4—*O;* |
| 35‘3 | » de ácido carbónico....... | 9‘9—*C;* | » | 25‘4—*O;* |
| 2‘5 | » de » acético.......... | 0‘6—*C;* | 0‘2—*H;* | 1‘7—*O.* |

La verdadera marcha ó reaccion, sin embargo, es la siguiente: 95‘9 libras de azucar piedra se componen de 40‘4—*C;* 6‘1—*H;* 49‘4—*O;* y despues de la fermentacion alcohólica deben dar:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 51‘6 | libras de alcohol, que contienen | 26‘9—*C;* | 6‘7—*H;* | 18‘0—*O;* |
| 49‘4 | » de ácido carbónico........ | 13‘5—*C;* | » | 35‘9—*O;* |

Introduccion. Comparando los últimos resultados con la verdadera composicion del azucar, se observa desde luego en ellos un aumento en *O* y *H*, procedente del equivalente de agua que fija el azucar cristalizable pasando á glucosa antes de esperimentar la fermentacion. Lavoissier, sin embargo, niega de una manera absoluta el concurso de los elementos del agua en esta reaccion, suponiendo que el azucar prismática tiene en sí todos los elementos ó átomos simples necesarios para desdoblarse en alcohol y ácido carbónico. Y tanto abunda en esta idea, que no titubea en asegurar *«que si fuese posible combinar de nuevo dichos dos cuerpos, el alcohol y el ácido carbónico, se reconstituiria el azucar* (pag. 150 del T. I de la obra citada); deduccion cierta aplicada al azucar de uvas ó glucosa, pero falsa tratándose del de caña. Mas no por haber dejado estos lunares debemos admirar menos el genio del gran hombre, que si no conoció del todo lo que pasa en la fermentacion alcohólica, dejó trazado á sus sucesores el único camino que debia conducirles á su verdadero conocimiento: *analizar y pesar todo lo que fermenta y todo lo que se produce* durante la misma.

Fabroni. 14. Ocupábase tambien por entonces de esta cuestion FABRONI, como nos lo prueba su tratado *«Dell'arte di fare il vino,»* coronado por la Sociedad económica de Florencia en 1785 (impreso en 1787), y publicado tambien á manera de estracto ó resumen en 1799. Sus ideas, empero, distan bastante de las de Lavoissier. En un principio, en efecto, le vemos atribuir la fermentacion á la accion de los ácidos vejetales sobre el azucar. Mas tarde opina que obra como fermento una sustancia vegeto-animal (el gluten), y que no es solo el azucar el que suministra los factores del alcohol y del ácido carbónico, sino que tambien concurre á la formacion de estos dos cuerpos con los suyos el fermento: el carbono de este con el oxígeno del azucar debia dar el ácido carbónico, y el azucar desoxigenado, con el hidrógeno y el nitrógeno del fermento, constituian el vino. Lo cual nos prueba que distaba mucho Fabroni de tener una idea tan exacta como Lavoissier de la cuestion que trataba. Creia además que el espíritu de vino no existia en este como principio constitutivo del mismo, sino que se producia mas bien durante la destilacion de dicho vino. Fundaba esta opinion: 1.°: en que reunida la parte

espirituosa que destila, con la acuosa que queda en la cucúrbita ó retorta despues de la destilacion, formaba un líquido muy distinto del vino primitivo; 2.°: en que si se mezcla al vino espíritu del mismo y se destila luego, el espíritu añadido pasa mucho mas pronto que el que el vino solo puede suministrar; 3.°: en que mezclando carbonato de potasa al vino, solo puede separarse un poco de espíritu del que es muy añejo, y nunca del joven.—BERTHOLLET en su *Statique Chimique*, impresa en 1803, opina con Fabroni sobre el último punto, y cree que el vino (dejando á un lado el tártaro y los ácidos) es un compuesto homogéneo, el cual, sometido á la destilacion, da origen en primer lugar al alcohol.—BRANDE (Philosoph. Trans., 1811, pag. 337) prueba lo contrario, poniéndose al lado de Lavoissier y de Becher sobre la existencia del alcohol en el vino; y GAY-LUSSAC luego (1813) termina con esperimentos concluyentes, para nunca mas reaparecer, la cuestion de la existencia de dicho alcohol en los líquidos fermentados.—Este mismo autor, y luego DOEBEREINER, el célebre profesor de química de la universidad de Jena, sustentan, en fin, la opinion emitida por Lavoissier en cuanto admite que los productos de la fermentacion alcohólica son suministrados principalmente por el azucar. Introduccion Berthollet. Brande. Gay-Lussac Doevereiner

Terminamos aqui esta reseña de las opiniones y teorías que se han admitido sobre la fermentacion alcohólica. Mucho podríamos decir todavía acerca de la misma, asi como sobre el modo de obrar y la naturaleza tambien del fermento; pero esto lo veremos en lo que ahora vamos á esponer, tratando esta cuestion tal como debe hacerse con los conocimientos que la ciencia en el dia posee.

## FERMENTACION ALCOHOLICA TEORICAMENTE CONSIDERADA.

15. La reseña histórica que acabamos de ver, nos permite ya abordar la cuestion que nos ocupa tal como debe hacerse en vista de los resultados de la esperiencia obtenidos por los químicos del dia. Becher conoció perfectamente las circunstancias todas que se requieren para que la fermentacion tenga lugar. Lavoissier creyó ver que el azucar prismático fermentaba sin el concurso del agua, resolviéndose enteramente en Su teoria.

Fermentacion alcohólica.

alcohol y ácido carbónico; deduccion que hemos rechazado por no ser exacta. En efecto, para que tenga lugar el desdoblamiento de la molécula del azucar en los factores indicados, se necesita cuando menos que siendo el prismático, fije los factores de un equivalente de agua. Entonces:

Su teoria

$$\underbrace{C^{12}\,H^{11}\,O^{11}}_{\text{Azucar prismático.}} + \underbrace{H\,O}_{\text{Agua.}} = \underbrace{C^{12}\,H^{12}\,O^{12}}_{\text{Azucar de uvas.}}\ (^*);$$

y á su vez:

$$\underbrace{C^{12}\,H^{12}\,O^{12}}_{\text{Azucar de uvas.}} = \underbrace{2\,C^{4}\,H^{6}\,O^{2}}_{\text{Alcohol.}} + \underbrace{4\,C\,O^{2}}_{\text{Acido carbónico.}}.$$

Cuyas ecuaciones nos demuestran desde luego que solo puede fermentar el azucar de caña ó prismático, fijando primero un equivalente de agua para pasar á azucar de uvas, único que esperimenta la fermentacion tan bien definida por el inmortal génio de Lavoissier. Esto sucede con el azucar de uvas, conocido tambien con el nombre de glucosa, cuando se le han separado dos equivalentes de agua de hidratacion que en general suele contener, y agua que se elimina simplemente en el acto de fermentar, caso que se encontrase en dicho estado de hidratacion. Entonces:

$$\underbrace{C^{12}\,H^{14}\,O^{14}}_{\text{Azucar de uvas hidratado.}} = \underbrace{2\,C^{4}\,H^{6}\,O^{2}}_{\text{Alcohol.}} + \underbrace{4\,C\,O^{2}}_{\text{Acido carbónico.}} + \underbrace{2\,H\,O}_{\text{Agua.}}.$$

Sucede tambien dicho desdoblamiento cuando se hace fermentar el azucar de caña, el cual solo fija un equivalente de agua bajo el primer influjo del fermento.

Para que estas reacciones se cumplan se necesita, como sabemos, azucar, agua, una sustancia albuminosa ó proteica susceptible de convertirse en fermento, contacto de aire ó de su oxígeno y una cierta tem-

(*) La representacion simbólica tiene lugar, como se ve, segun el sistema de los equivalentes.

peratura: si falta alguna de estas circunstancias, no ha lugar á la fermentacion. Una disolucion de azucar en agua no fermenta; el azucar y el fermento, ambos sólidos, tampoco reaccionan; reunidas todas las circunstancias antes indicadas, si la temperatura es inferior á $+5°$ ó superior á $+45°$, tampoco tiene lugar la fermentacion. Fermentacion alcoholica.

16. Pero téngase entendido que el mismo azucar de uvas, segun sean las circunstancias que acompañan á su fermentacion, puede darnos otros productos muy distintos de los que se acaban de indicar. En efecto: Fermentaciones láctica y butírica.

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Azucar de uvas.}} = \underbrace{2\,C^{6}H^{5}O^{5},HO.}_{\text{Acido láctico.}}$$

Y tambien:

$$\underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\text{Azucar de uvas.}} = \underbrace{C^{8}H^{7}O^{3},HO}_{\text{Acido butírico.}} + \underbrace{4\,CO^{2}}_{\text{Acido carbónico.}} + \underbrace{H^{4}}_{\text{Hidrógeno.}}$$

Estas ecuaciones nos dicen, pues, que el mismo azucar puede esperimentar otros desdoblamientos muy diversos de los que dan origen al espíritu de vino y al ácido carbónico. Cuando sucede el primer caso, se dice que tiene lugar la *fermentacion láctica:* cuando el desdoblamiento se efectúa cual se indica en la segunda ecuacion, se dice que, se desarrolla la *fermentacion butírica.* Sucede la primera, si el azucar se hace fermentar en presencia del queso ó de la leche agria (en contacto del aire por supuesto) á la temperatura ordinaria; pero, cosa notable, si esta se eleva entre $+24°$ á $+30°$, entonces en vez de ácido láctico se obtienen el alcohol y el ácido carbónico. Tiene lugar á su vez la segunda fermentacion, cuando á la disolucion de azucar se le añade como fermento un poco de queso ó de cuajada de leche y creta en esceso, para que el ácido butírico sea neutralizado á medida que se va formando, y la temperatura se mantiene entre $+25°$ y $+30°$. No se olviden, pues, estos desdoblamientos del azucar, que mas tarde necesitaremos recordarlos. Otras veces todavía tiene lugar una nueva metamórfosis, en la cual toma origen á espensas del azucar una sustancia que se parece mucho á la goma ó al mucílago (si bien no da ácido múcico como estas sustancias, y sí tan solo el oxálico por la accion del ácido nítrico), y es causa de que el

Fermentacion alcohólica.

Fermentacion viscosa.

líquido en cuyo seno se produce, se ponga viscoso y muy espeso. De aqui el nombre de *fermentacion viscosa* con que se la distingue. Los vinos blancos y azucarados son víctimas muchas veces de esta alteracion: á su tiempo veremos de qué manera se la combate (64). Fórmase al propio tiempo durante la misma un poco de mannita y ácido láctico. En efecto:

$$\underbrace{C^6\ H^7\ O^6}_{\textit{Mannita.}} + \underbrace{C^6\ H^6\ O^6}_{\textit{Acido láctico.}} = \underbrace{C^{12}\ H^{13}\ O^{12}.}_{\textit{Azucar} + H}$$

Esta reaccion nos demuestra que la mannita y el ácido láctico *hidratado* toman origen de los elementos de un equivalente de azucar de uvas y de otro de agua, cuyo oxígeno (el de esta) ha tomado parte en otras reacciones. Liebig, calculando que entra en esta ecuacion el ácido láctico anhidro, la resuelve de este modo:

$$C^6\ H^7\ O^6 + C^6\ H^5\ O^5 = C^{12}\ H^{12}\ O^{11} + O;$$

segun lo cual admite que el azucar de uvas se desdobla en la forma indicada, pasando un equivalente de su oxígeno á tomar parte en otras reacciones ó compuestos.

Determinacion del alcohol anhidro que se obtiene del azucar.

17. Si la fermentacion alcohólica tiene lugar cual arriba (15) se ha indicado, evitando se mezclen sus productos con los que acabamos de ver, es facil calcular desde un principio, ó *à priori*, las cantidades de alcohol y de ácido carbónico que de una dada de azucar podrán obtenerse. Siendo este la glucosa y conociendo su fórmula $= C^{12}\ H^{12}\ O^{12}$, y sabiendo que se desdobla enteramente en dos equivalentes de alcohol $= 2\,C^4\ H^6\ O^2$, mas cuatro equivalentes de ácido carbónico $= 4\,C\,O^2$, nada mas facil que resolver este problema. Determinando primero el equivalente de dicho azucar, se halla (*):

$$\left.\begin{array}{l} C^{12} \times 6 = 72 \\ H^{12} \times 1 = 12 \\ O^{12} \times 8 = 96 \end{array}\right\} = 180 = C^{12}\ H^{12}\ O^{12}.$$

(*) Los equivalentes que empleamos, son tomados considerando el del $H=1$: los preferimos á los que resultan considerando el $O=100$, por la mayor brevedad del cálculo.

Se determina luego la suma de los dos equivalentes del alcohol y se encuentra: Fermentacion alcohólica.

$$\left.\begin{array}{l} C^6 \times 6 = 48 \\ H^{12} \times 1 = 12 \\ O^4 \times 8 = 32 \end{array}\right\} = 92 = 2\,C^4\ H^6\ O^2.$$

Luego se obtendrán 92 partes en peso de alcohol anhidro de las 180 de azucar fermentada.

Haciendo lo propio con los cuatro equivalentes del ácido carbónico, resulta:

Determinacion del alcohol anhidro que se obtiene del azucar

$$\left.\begin{array}{l} C^4 \times 6 = 24 \\ O^8 \times 8 = 64 \end{array}\right\} = 88 = 4\,C\,O^2.$$

El peso de ácido carbónico que nos darán, pues, las 180 de azucar, será $= 88$. Hecha la suma de estos dos factores $(92 + 88 = 180)$, se encuentra que es $= 180$, la misma precisamente que nos da la fórmula del azucar. Ahora, si se quiere saber, por ejemplo, el alcohol que se obtendrá de 100 partes de este, se encontrará por una proporcion sencilla y directa de esta manera:

$$180 : 92 :: 100 : x;$$

$$\frac{92 \times 100}{180} = x;$$

$$x = 51{\text{‘}}1,$$

que es el alcohol anhidro que nos darán las 100 partes de azucar.

Del propio modo se determinará el ácido carbónico diciendo:

Determinacion del ácido carbónico que se obtiene del azucar.

$$180 : 88 :: 100 : x;$$

$$\frac{88 \times 100}{180} = x;$$

$$x = 48{\text{‘}}9,$$

que es el ácido carbónico que buscamos.

Fermentacion alcohólica. Necesitamos tener muy presente este medio tan facil como seguro de determinar los factores en que se desdobla el azucar mediante la fermentacion alcohólica, pues mas tarde lo aprovecharemos grandemente. Debemos consignar aquí, sin embargo, que segun trabajos de M. PASTEUR, durante esta fermentacion siempre se produce un poco de *glicerina* y de *ácido succínico*, creyendo que la primera alguna vez puede representar hasta 3 por 100 del azucar que fermentó, y llegando el segundo á medio por 100 del mismo azucar. Pero si bien es indudable la formacion y presencia de estos cuerpos en todos los vinos, no tiene el autor igual confianza acerca de su cantidad; comprendiéndose que esta debe ser apenas perceptible en muchos casos, puesto que los productos obtenidos durante esta fermentacion, han correspondido repetidas veces á los que indica el cálculo espuesto.

Claro es, por lo demás, que si se debiesen hacer estos cálculos suponiendo que es el azucar de caña ó prismático el que va á fermentar, al equivalente del mismo añadiríamos uno de agua que necesita para pasar primero al mencionado de uvas, como mas arriba se ha indicado.

18. El fermento es una condicion indispensable para que tenga lugar la fermentacion alcohólica. ¿Qué es el fermento? He aquí la cuestion que naturalmente se presenta y tenemos que resolver.

¿Qué es el fermento.

Podemos decir desde luego que el *fermento* es una sustancia orgánica, de composicion sumamente compleja, cuaternaria cuando menos, y cuyos elementos ó principios componentes gozan de muy poca estabilidad, tanto que por mero contacto del aire ó de su oxígeno, al momento toman direcciones ó agrupamientos mucho mas sencillos que los agrupamientos en que se encuentran en dicho cuerpo ó fermento mientras forma parte de un ser viviente, y se halla sustraido ó á cubierto por lo mismo de las leyes físico-químicas que obran de una manera absoluta sobre los cuerpos orgánicos destituidos de vida. Siendo pues los cuerpos de naturaleza mas compleja los menos estables, resulta que figuran naturalmente entre los mejores fermentos todas las combinaciones ó compuestos muy nitrogenados, sobre todo los conocidos con el epíteto de *albuminoideos* y tambien con la denominacion de *sustancias protéicas*, tales como la albúmina, fibrina, caseina, emulsina, legumina, gliadina, glu-

ten, etc., asi como las sustancias gelatinígenas ó que participan mas ó menos de la naturaleza de la cola, como la misma gelatina, la piel, la cola preparada con esta, la condrina, la osmozoma, etc. Mas téngase en cuenta que tambien hay sustancias muy ricas en nitrógeno, como el ácido úrico, los alcaloides, el añil, etc., que por sí solos no fermentan, ni mucho menos obran como fermento. Las hay igualmente que participan de la naturaleza de las albuminoideas, tales como los pelos, las uñas, los cuernos, etc., y la misma albúmina coagulada por la accion del calórico, que solo con suma dificultad desempeñan el papel de fermento á causa de su gran cohesion. Fermentacion alcohólica

Cuando la mayoría de las sustancias orgánicas estan fuera del alcance de las que se acaban de indicar, en general no fermentan: pero si se hallan en su presencia y actúan al propio tiempo las condiciones antes espuestas (15), el cuerpo ó sustancia albuminoidea empieza á alterarse ó descomponerse, constituyéndose en estado de *fermento activo*, y el cuerpo en cuya presencia se halla se descompone tambien con frecuencia, el azucar por ejemplo, recibiendo entonces el nombre de *cuerpo fermentescible*. Fermento activo. Cuerpo fermentescible.

19. ¿Cómo obra el fermento en este caso? Varias son las soluciones que diferentes autores y hasta diferentes escuelas dan á esta cuestion, y tal vez ninguna sea completamente satisfactoria: espongamos primero los hechos en que se apoyan, y luego razonaremos un momento acerca de las deducciones que de los mismos se sacan. ¿Cómo obra el fermento?

Limitándonos á nuestro caso en particular, si se toma una disolucion de azucar de caña en tres ó cuatro partes de agua y se la deja en las circunstancias arriba indicadas (15), despues de haberle añadido un poco de levadura de cerveza, el azucar, al fin, habiendo fijado primero un equivalente de agua para pasar á azucar de uvas, se desdoblará trasformándose por completo en alcohol y ácido carbónico (*); pero al tiempo que esto le sucede al azucar, la levadura pierde al fin la facultad de obrar como fermento; siendo de advertir que entonces el análisis no reconoce en ella el menor vestigio de nitrógeno, en que abundaba al principio, ó cuan

---

(*) Dumas, *Traité de chimie appliquée aux arts*, v. 6, pag. 306.

Fermentacion alcohólica

do gozaba de la propiedad de desarrollar la fermentacion. Este nitrógeno ha tomado la forma de amoniaco ú óxido de amónio, que existe en el líquido fermentado, neutralizado por los ácidos láctico y fosfórico en general, por el primero sobre todo, y por lo mismo en estado de lactato y fosfato amónicos.

Levadura.

La levadura de cerveza que aqui se emplea como fermento, tiene una estructura particular. Se compone de una especie de vejiguillas formadas de celulosa, que en su interior contienen una sustancia albuminóidea ó protéica soluble. Esta sustancia es la que obra como fermento cuando las circunstancias favorecen la fermentacion: el saquillo ó la vejiguilla por sí solo ó libre de su contenido, siendo insoluble y careciendo de nitrógeno, no puede obrar como fermento. La sustancia albuminóidea ó el fermento, representa próximamente un 50 por 100 de la levadura. El agua sola puesta en contacto con ella unas horas y separando por la filtracion la parte no disuelta, arrastra bastante de la sustancia albuminóidea soluble para que desarrolle pronto la fermentacion de un líquido azucarado, siendo favorables las demás circunstancias. El resíduo insoluble que queda sobre el filtro, macerado en nueva agua por unas horas y filtrado el líquido como en el caso anterior, cede á este una nueva cantidad de fermento activo. Lo propio sucede con cuatro ó cinco cantidades sucesivas de agua que se empleen para estos macerados; pero, como se comprende, el azucar que de esta manera puede fermentar, nunca es en tanta cantidad como cuando se emplea la levadura entera, por retener constantemente los saquillos de esta una cantidad mas ó menos considerable de fermento propiamente dicho, que dificilmente el agua sola puede arrastrar por completo. El mejor disolvente del fermento es el ácido acético concentrado. Tambien se disuelve de una manera muy manifiesta, mucho mejor que en el agua sola, en una disolucion de azucar: puesta la levadura en esta disolucion, tiene lugar entre esta y el contenido en las vejiguillas ó saquillos de aquella, una endósmosis de las mas activas que se conocen, penetrando por lo mismo la disolucion dentro de los saquillos y saliendo el contenido de estos al través de las paredes ó del tejido que los forma. El fermento ó la parte soluble de la levadura, á su vez, es insoluble en el alcohol ó espíritu de vino. Mientras obra presidiendo á la fermenta-

Fermentacion alcohólica

Levadura.

cion, se oxida constantemente pasando á insoluble, en cuyo estado deja de ser fermento activo y ha perdido, como queda dicho, todo el nitrógeno, del cual antes tenia hasta 15 por 100 de su peso. Dicho nitrógeno se halla por entero en forma de óxido de amónio en las sales amónicas mencionadas. Esto se deduce, en suma, de los trabajos hechos sobre la levadura por Dumas, Mitscherlich, Schlossberger, Schmidt, Mulder y otros varios que podríamos citar (*).

Por lo demas, la formacion de las sales amónicas en el líquido fermentado, supone que el fenómeno de la fermentacion alcohólica es algo mas complicado de lo que antes se ha dicho; y para que se comprenda todavia mejor esta complicacion, debemos añadir, que el fermento que ha perdido su nitrógeno, como se ha dicho, se ha hecho en cambio mas rico en oxígeno, y pasado á la forma insoluble por completo, mientras era soluble cuando obraba como fermento activo.

En cuanto al ácido láctico, que en su mayor parte neutraliza el óxido de amónio, su produccion nos es ya conocida (16). Es posible, sin embargo, que se forme tambien como otros de los productos de la destruccion ó putrefaccion misma de la levadura, la cual presenta por lo comun una reaccion ácida debida á dicho cuerpo mientras goza de la propiedad de obrar como fermento activo. Tanto mas probable es que dicho ácido reconozca este origen, cuanto que el líquido que fermenta, presenta siempre en general una reaccion ácida mas ó menos pronunciada.

El origen del ácido fosfórico no puede ser nada dudoso. Figurando el fósforo, si bien en muy pequeña cantidad, entre los factores de las sustancias protéicas, y no pudiendo obrar estas como fermentos activos sino cuando están sometidas á una accion oxidante, el resultado de esta sobre dicho fósforo da origen al ácido fosfórico. Mulder, en prueba de esto, no titubea en asegurar que esta oxidacion es la causa primera de la alteracion del fermento activo, trasladándose luego la oxidacion al resto de dicho fermento.

No son tan conocidos el origen del oxígeno y el del hidrógeno, que

(*) *Die Chemie des Weines*, von G. J. Mulder. Leipzig, 1856.

Fermentacion alcohólica. toman parte, el primero en la oxidacion del fermento, y el segundo en la formacion del amoniaco con el nitrógeno de dicho fermento. Puesto que la fermentacion sigue su marcha, una vez empezada por el contacto del aire, aun cuando esté á cubierto de la accion ulterior de este, desde luego podemos decir que el oxígeno que oxida el fermento, procede del azucar ó del agua. En este último caso el hidrógeno del agua, hallándose en estado naciente en presencia del nitrógeno del fermento, tambien en igual estado, concurriria á la formacion del amoniaco: en el primero el azucar desoxigenado daria lugar, segun algunos, á ciertos cuerpos sobre-hidrogenados, que participan unas veces de la naturaleza de los ácidos grasos y otras de la de los éteres. El ácido *enántico* representado por los elementos del agua y por el carbono, á la manera que el azucar, pero con menos de dos tercios del oxígeno de este, seria uno de los productos de dicha reduccion parcial del azucar. En efecto, siendo la composicion del de uvas, como sabemos, $C^{12} H^{12} O^{12}$, si suponemos que la reduccion se efectúa á un tiempo sobre dos equivalentes del mismo, tendremos:

$$\underbrace{C^{24}\ H^{24}\ O^{24}}_{\text{Dos equivalentes de azucar de uvas.}} = \underbrace{C^{14}\ H^{14}\ O^{4}}_{\text{Acido enántico.}} + \underbrace{C^{4}\ H^{6}\ O^{2}}_{\text{Alcohol.}} + \underbrace{6\ C\ O^{2}}_{\text{Acido carbónico.}} + \underbrace{4\ H\ O}_{\text{Agua.}} + \underbrace{O^{3}}_{\text{Oxígeno.}}$$

Es decir, que los dos equivalentes de este azucar producen uno de ácido enántico ó *enantílico*, otro de alcohol, seis de ácido carbónico, cuatro de agua y tres de oxígeno, que es el que obra sobre la parte soluble del fermento. Mas tarde veremos que este ácido puede todavía tener otro origen.

Pero observemos desde luego que siendo escasamente un 2 por 100 del azucar que fermenta la levadura que se destruye, la formacion de los cuerpos indicados nunca será de una importancia tal, que modifique sensiblemente los resultados del cálculo por el cual determinamos *à priori*, como hemos visto, el alcohol y el ácido carbónico que se forman por la fermentacion que nos ocupa (17).

Fermento. ¿Cómo obra? El fermento, de todos modos, se destruye al fin por completo en el caso presente. Otros hay en que el fermento se reproduce, como en la

fabricacion de la cerveza, y algunos en que se desarrolla, como en la de los zumos azucarados. Esto en cuanto á los hechos. Fermentacion alcoholica.

Por lo que toca á la causa verdadera, no debe ser el mismo el modo de obrar del fermento en estos diversos casos. Varias son las hipótesis que se han admitido para esplicar su accion. Cuando se reproduce ó aumenta su cantidad, se ha dicho que entonces se desarrollaba, á espensas de las sustancias albuminoideas que están presentes en el líquido que fermenta, un infusorio que algunos han confundido con un hongo microscópico (1), un pequeño mónade, el *Mycoderma cerevisiæ* (2). Entonces el alcohol y el ácido carbónico serian el resultado de la vida de este sér organizado. Son muchos los autores que han aceptado esta esplicacion de Schwann (3); pero si reflexionamos un poco, se verá que está destituida de todo fundamento. ¿Cómo obra el fermento?

Desde luego vemos por lo arriba espuesto, que lejos de producirse ó formarse los pequeños mónades (y esto dado de balde que lo sean) mientras fermenta una disolucion de azucar puro, dichos animalillos, ó la naturaleza organizada de la levadura, desaparecen por completo. Sin embargo, ha tenido lugar bajo su influjo la formacion del alcohol y del ácido carbónico; de suerte que en este caso, mas bien que á su vida y desarrollo, estos cuerpos deberian atribuirse á la muerte y destruccion del supuesto sér organizado y viviente. Esta es la deduccion que debemos sacar raciocinando como lo hacen los que sustentan esta opinion: *post hoc; ergo propter hoc*.

Adviértase, de otra parte, que la fermentacion puede ser provocada, como queda dicho, por cualquiera sustancia albuminoidea, y que por lo mismo no es peculiar de la levadura de cerveza. La caseina animal, lo mismo que la leche de almendras y la diastasa, reemplazan á esta leva-

---

(1) Regnault entre ellos. Véase la pag. 178 del T. 4 de su *Cours élémentaire de Chimie, 2 édition;* Paris, 1850.

(2) Blondeau (*Journal de Pharm.*, T. 12, pag. 244) admite dos seres organizados en la levadura de cerveza: el *Torvula cerevisiæ* y el *Penicillum glaucum;* sosteniendo que cada fermentacion particular va precedida de la aparicion de plantitas que le son peculiares é indispensables.

(3) *Pogg. Ann.*, Bd. 41, S. 284.

Fermentacion alcohólica

¿Cómo obra el fermento?

dura en circunstancias favorables á la fermentacion alcohólica, y entonces esta se efectúa sin dar origen á cuerpo alguno organizado que presente el aspecto ó forma globular propia de los espórulos de muchos hongos, como sucede cuando fermenta el mosto de la cerveza.

No se olvide, en fin (16), que en vez de alcohol y de ácido carbónico, el mismo fermento puede presidir á la formacion de productos muy distintos, lo que no se concilia de manera alguna con la suposicion que combatimos.

Además, como tras la fermentacion alcohólica, abundando el fermento, pueden venir por su orden la acética y la pútrida dejando actuar las circunstancias que las favorecen, podria preguntarse con Liebig (1): ¿cuál es entonces la causa de la destruccion ó putrefaccion del hongo ó del animalillo que provoca su fermentacion cuando al fin él tambien es destruido?

Segun Berzelius, la fermentacion alcohólica, á su vez, sería debida á la simple presencia de una sustancia nitrogenada, que por la accion del oxígeno pasa á fermento, el cual luego determina el desdoblamiento del azucar en alcohol y ácido carbónico. El inmortal sueco supone que entonces obra la accion ó fuerza catalítica (del griego καταλύω, *yo destruyo*); pero aqui se quiere esplicar el hecho por una sola palabra, quedando por lo mismo la cuestion sin resolver.

Liebig en nuestros dias, recordando un principio de la estática química de Berthollet, ha hecho la esplicacion de la causa que preside á esta fermentacion en el mismo lenguaje en que ya mucho antes Willis (1) la habia dado. *Una molécula puesta en movimiento*, nos dice, *puede comunicar el movimiento en que se encuentra á las moléculas de los cuerpos presentes que sean susceptibles de tomar dicho movimiento.* Entonces, una vez empezado el movimiento de descomposicion del fermento por un principio de oxidacion provocado por el oxígeno del aire que obra sobre la parte soluble y oxidable del mismo (la *gliadina*, si se quiere), el movimiento de descomposicion de dicho fermento determinará tambien un movimiento de descomposicion en las moléculas del azucar,

(1) *Lettres sur la Chimie*, pag. 181; Paris, 1847.

desdoblándose de sus resultas en los consabidos alcohol y ácido carbónico. Fermentacion alcohólica.

En favor de esta opinion aduce este autor varios esperimentos tomados de las reacciones que presentan ciertos compuestos, de suyo muy inestables, tales como la descomposicion de los fulminatos por el menor roce, lo mismo que las del clórido y yódido nítricos, que todos los dias se reproducen en los cursos de química esperimental. Cita tambien la solubilidad del platino en el ácido nítrico cuando se alea previamente con la plata, mientras que solo no es atacado por dicho ácido; admitiendo que en este caso el movimiento de oxidacion empezado por la plata para dar origen á un nitrato de la misma, se trasmite el platino, que entonces se oxida á su vez, formando el óxido resultante el elemento electro-positivo de un nuevo nitrato. Tampoco olvida las curiosas reacciones que presenta el agua oxigenada, tan facil de descomponerse por su propia inestabilidad, y cuyo movimiento de descomposicion se traslada de una manera mas ó menos profunda al cuerpo cuya presencia ocasionó la perturbacion del equilibrio de sus elementos. Así, mientras la plata metálica y el platino en polvo introducidos en dicha agua oxigenada la descomponen en agua ordinaria y oxígeno que se desprende, otras sustancias, como el bióxido de plomo, producen igual descomposicion, si bien ellas mismas pierden la mitad de su oxígeno, rebajándose por lo tanto á protóxido, mientras que las hay que le llegan á perder del todo, como le sucede al óxido de plata, quedando esta reducida al estado metálico. Estos y otros muchos esperimentos análogos aduce Liebig en favor de la esplicacion que se le atribuye, para demostrar que el movimiento que anima á las moléculas de un cuerpo, puede trasladarse á las de otro que está presente cuando se hallan propensas ó dispuestas á ponerse en el mismo movimiento en que se encuentran las del primero. ¿Cómo obra el fermento?

Mas convincente que todos los indicados deberia ser el esperimento de Schmidt. Este químico, estudiando la cuestion que nos ocupa, ha multiplicado los esperimentos para darse la razon de los resultados. Ha tomado separadamente cola, carne y levadura, que dejó en circunstancias favorables para que entrasen en putrefaccion; cuando esta se hallaba bien desarrollada, y dichas sustancias desprendian un olor muy repug-

Fermentacion alcohólica.

¿Cómo obra el fermento?

nante, las introdujo, cada una en su vaso correspondiente, en una disolucion de una parte de azucar por cuatro de agua, observando despues de algunas horas que todo el mal olor habia desaparecido, siendo reemplazado por otro agradable, característico del que presentan los líquidos que esperimentan la fermentacion alcohólica, y recojiéndose espíritu de vino por la destilacion del líquido, que hace poco solo contenia azucar en disolucion. Este esperimento sí que parece demostrar, que el movimiento de las moléculas del cuerpo que se pudre puede, amortiguándose en él, trasladarse á las del azucar para desdoblarle en la forma que se ha indicado (15).

Pero á esta esplicacion se le han hecho tambien sus cargos ó sus argumentos. Si es solo un efecto mecánico, un movimiento, el que provoca la fermentacion, ¿por qué esto no tiene lugar, se ha dicho, cuando una simple disolucion de azucar se bate tambien en un frasco medio lleno con ella, y que contiene al propio tiempo perdigones, arena, carbon pulverulento ú otro cuerpo sólido cualquiera? ¿Por qué el movimiento no se ha de comunicar mas bien á las moléculas enteras del azucar (suponiendo que provenga ya del fermento) como parece lógico, que á los elementos que las constituyen? Y si se quiere ó supone que ha de ser una molécula en estado naciente la que desarrolla este movimiento, ¿por qué no fermenta la disolucion del azucar cuando se hace reaccionar en su seno, bien sea un carbonato y un ácido, bien el zinc y el ácido sulfúrico, en cuyos casos el ácido carbónico y el hidrógeno que respectivamente se desprenden, poniéndose en movimiento en el seno de la disolucion azucarada en el momento en que se forman, parecen ser los mas abonados para trasmitir dichos movimientos moleculares, segun Liebig, al azucar (1)?

Tal es el estado de nuestros conocimientos sobre la causa de la fermentacion alcohólica. Conocemos las circunstancias que la presiden y favorecen, y tambien los productos que de ella nacen; pero la causa verdadera, el *primum movens*, como se desprende de lo dicho, todavia la ignoramos. La ciencia en el dia se contenta con la esplicacion de Willis restaurada por Liebig.

---

(1) *Handbuch der organischen Chemie*, von L. Gmelin. Erster Band, S. 98.

20. Acabamos de indicar que una vez efectuada la fermentacion alcohólica puede sucederle acto contínuo, habiendo todavía fermento soluble y oxidable y siéndole favorables las circunstancias, la fermentacion ácida ó *acética*. Segun parece, esta es debida á una oxidacion del alcohol, que tiene lugar al mismo tiempo que se oxida dicho fermento. Entonces: Fermentacion alcohólica. Fermentacion acética.

$$\underbrace{C^4 H^6 O^2}_{\text{Alcohol.}} + O^4 = \underbrace{2\,H\,O}_{\text{Agua.}} + \underbrace{C^4 H^4 O^4}_{\text{Acido acético.}}$$

Esto por lo que toca á los resultados finales, dejando á un lado por lo mismo el discutir si la accion se efectúa directamente, como lo indica esta ecuacion, ó si mas bien es debida á la formacion prévia del acétilo, pasando por los compuestos intermedios de óxido de acétilo, hidrato del mismo y ácido acetoso ó aldehídico hasta terminar en el acético, como admite el baron de Liebig. Pero sobre lo que debemos llamar muy especialmente la atencion para el asunto que nos ocupa, es sobre las circunstancias que acompañan á la oxidacion del fermento y á la del alcohol, pues mas tarde sacaremos gran partido de ellas.

El fermento soluble, en efecto, *se oxida y pasa á insoluble cuando se halla en contacto con el aire á una temperatura que esté entre* $+8^\circ$ *y* $+10^\circ$; *mientras que en estas circunstancias, continuando siempre la fermentacion alcohólica, el alcohol no se oxida en lo mas mínimo*, pues necesita una temperatura mas elevada de $+35^\circ$, ó lo mas inmediato á ella, para que la acetificacion marche rápida hácia su término (1).

## FERMENTACION VINOSA O DEL MOSTO DE LA UVA.

21. Despues de lo que acabamos de ver, ya podemos entrar de lleno en el estudio de la fermentacion del mosto ó zumo de la uva. Antes, sin embargo, veamos cuáles son sus principios constitutivos. Segun Du- Fermentacion vinosa.

---

(1) Liebig, *Lettres sur la Chimie*, pag. 172; Paris, 1847.

Fermentacion vinosa.

mas (1), en la composicion del zumo de la uva entran los factores siguientes:

Composicion del zumo de la uva.

1.° *Glucosa* ó azucar de uvas.

2.° *Fécula.*

3.° *Pectina.*

4.° *Albúmina.*

5.° *Gluten.*

6.° *Estracto;* mezcla poco conocida.

7.° *Tanino* ó principio astringente.

8.° *Materia colorante* azul, que se enrojece por los ácidos.

9.° *Bitartrato de potasa.*

10. *Acido málico,* cuya cantidad disminuye cuando las uvas son bien sazonadas.

11. Trazas de los ácidos *cítrico* y *láctico.*

12. *Agua,* en cantidad que varia segun la maturacion del fruto.

Cuando esta ha sido completa, desaparece por entero el ácido málico. Geiger por su parte jamás pudo hallar el ácido cítrico, ni aun en el zumo de las uvas que no habian sazonado del todo; por cuyo motivo, y habiendo hecho la propia observacion otros varios autores alemanes, estos rechazan unánimes en el dia la presencia de dicho ácido, que Dumas admite en el zumo de la uva. Todos ellos en cambio admiten la presencia del ácido tártrico libre (además del que se halla combinado en estado de bitartrato de potasa y tambien con la cal), siendo menor, sin embargo, su cantidad á medida que las uvas llegaron á una sazon mas completa. Kestner y Pasteur, entre otros, han encontrado tambien, poco hace, en el zumo de algunas uvas el *ácido racémico,* si bien en cantidad poco considerable; lo que nada tiene de particular atendida la facilidad con que toma origen del tartárico, cuya composicion posee en un todo. Además de dichos cuerpos, que son los dominantes, hay otras varias sales, tanto de ácidos orgánicos como inorgánicos. Entre las primeras pueden citarse los tartratos de cal y de alúmina, y á veces los racematos y paratartratos alcalinos; entre los segundos el sulfato de potasa, los cloruros de sodio

---

(1) *Chimie organique appliquée aux arts,* 6.e V.e, pág. 482.

y potasio, los fosfatos de cal y magnesia, la sílice, las sales de hierro y manganeso, etc. Respecto de la presencia de las sales de alúmina que Dumas admite en el mosto, debemos hacer, sin embargo, alguna observacion. Se creia en otro tiempo que la alúmina era muy comun en las plantas, pero en el dia se ha visto, al contrario, que es muy rara en ellas. Y por lo que toca al caso presente, WINKLER demostró hace ya veintisiete años (1), que si se lavan bien las uvas con agua pura antes de estraer su zumo, en el resíduo de este evaporado á sequedad primero y luego incinerado, no se encuentra ni un átomo de dicha alúmina. De donde se deduce, que la que antes se habia encontrado, procedia simplemente del polvo de la tierra de que suelen estar mas ó menos cubiertos estos y los mas de los otros frutos. Puesto que las uvas no se lavan antes de estraer su zumo, en este, y mas tarde en el vino resultante, se encontrará siempre alguna sal de alúmina, el doble tartrato de alúmina y potasa segun algunos; pero no es menos cierto que la alúmina jamás formó parte del zumo de la uva. Fermentacion vinosa.

Atendido el papel tan importante que está reservado á la albúmina ó á las sustancias albuminóideas de la uva en la fermentacion de su zumo, debemos ocuparnos un poco de los esperimentos que para determinar su cantidad se han practicado. Sustancia albuminóidea de la uva.

El zumo este filtrado para separar los resíduos de las paredes de las celdillas en que naturalmente se halla encerrado en el fruto, y tratado con alcohol en esceso (en el cual es insoluble la albúmina y las sustancias protéicas, inclusa la parte soluble del fermento, como ya se ha visto), solo dió muy poco de un precipitado blanco, coposo, formado de pectosa, goma y de algunos cristales de las sales que le son propias, pero en el cual nada se hallaba de albúmina vegetal. Ni por la ebullicion del mismo se obtuvo el menor copo ó cuajo de dicha albúmina, por impedir su formacion el ácido tártrico libre contenido en el zumo, el cual representa el mismo papel que el acético por lo que toca á la solubilidad de las sustancias protéicas. Tampoco, por igual motivo, pudo obtenerse copo alguno de albúmina tratando con el alcohol espresado el

---

(1) TROMSDORFF, N. J. Bd. 19. S. 2. S. 274; 1829.

Fermentacion vinosa.

estracto espeso de dicho zumo; pero sometiendo este al análisis elemental despues de haberle desecado á + 110°, con el fin de determinar el nitrógeno que podia contener, el holandés Blaanderen (1) encontró en un ensayo, que dicho nitrógeno figuraba por 0'39 por 100, y en otro por 0'36; de donde, calculando por el nitrógeno contenido en la albúmina la cantidad de esta correspondiente á las encontradas, resulta que por término medio el estracto del zumo de la uva contiene 2'42 por 100 de la albúmina mencionada. Dando el zumo de la uva holandesa 10 por 100 de estracto, tenemos que la albúmina contenida en dicho zumo se halla en la cantidad de 0'242 por 100 del mismo; pero calculando que su estracto solo contiene 9 por 100 de azucar, tenemos que por 100 partes de este hay en el zumo 2'18 de sustancia albuminóidea, cantidad mas que suficiente para determinar la fermentacion del mosto ó zumo de la uva mencionada.

Visto ya que el zumo filtrado de la uva contiene bastante albúmina para presidir á su fermentacion, se ha examinado tambien si la parte pulposa, separada la película y las pepitas de sus granos, y formada por lo tanto de los desechos de las celdillas, contiene igualmente la albúmina mencionada. Al efecto, triturada dicha pulpa finamente, se puso sobre un filtro, para que se escurriese el zumo que aún contenia; el resíduo se lavó en el mismo filtro con agua pura hasta que esta salió sin arrastrar sustancia alguna disuelta; luego, hirviendo con ácido acético una parte de estas paredes ó resíduos de celdillas bien lavadas, filtrando el líquido y neutralizándolo con amoniaco, se obtuvo un resíduo coposo, blanco, de albúmina vegetal. Desecando, de otra parte, los espresados restos celulares á + 110°, y sometiéndolos al análisis elemental para determinar el nitrógeno contenido, y por él la proporcion correspondiente de albúmina, como antes se ha dicho, se halló que esta forma 14 por 100 de los restos mencionados, siendo los otros factores la celulosa y la pectosa. Las uvas que sirvieron para este ensayo eran blancas. No deben olvidarse estos hechos, pues ellos nos dicen que encontrándose naturalmente en el mosto una gran cantidad de los restos que nos ocupan, debe to-

(1) *Die Chemie des Weines*, von G. J. Mulder, S. 38.

mar una parte activa en la fermentacion la albúmina que contienen, bien sea acelerando el término de la misma, bien contribuyendo á la formacion de una mayor cantidad de levadura, que sabemos se reproduce en la fermentacion del mosto, ó bien tomando parte á la vez en ambas funciones.

Fermentacion vinosa.

De otra parte, segun CAILLAT (1) se encuentran constantemente en dicho zumo algunas pequeñas cantidades de cuerpos grasos aceitosos, y tambien un poco de cera blanca segun MULDER. Respecto de la materia colorante de los que dan vinos tintos ó colorados, segun BATILLIAT (2) está formada por dos, la una que llama la *rosita* y la otra *purpurita*, por el color dominante de las mismas. MULDER á su vez cree que es una sola y su color el azul, si bien por la accion de los ácidos, asi como por la del bitartrato de potasa, toma el color rojo. Asi se comprende que las uvas coloradas sean mas ó menos rojas cuando verdes por dominar en ellas los ácidos, y que mas tarde se presente el color azul siempre mas oscuro á medida que van sazonando, llegando á ser tan intenso que se confunde con el negro á veces cuando están del todo maduras y son muy dulces.

Materia grasa, colorante y astringente de la uva.

Por lo demás, la materia colorante reside sobre todo en el hollejo del grano de la uva, y la astringente, en general, en el escobajo y en las pepitas de la misma. La primera, sea única, como parece mas probable, sean dos en lugar de una sola, ó tres segun opina PAYEN, es mas soluble en el espíritu de vino y en el ácido tártrico, que en este y el agua, esplicándose facilmente de este modo la intensidad de color que toma el vino cuando fermenta el mosto junto con el hollejo de la uva.

Respecto del tanino ó principio astringente soluble en el agua y en el alcohol, debemos advertir, que si bien es cierto que domina en el escobajo y en las pepitas de la uva, no lo es menos que tambien se encuentra muy pronunciado en el hollejo de esta. Todos hemos probado algunas variedades de uvas, cuyo sabor, decididamente astringente á causa del tanino en que abunda su hollejo, hace que no puedan servir para la mesa, destinándolas tan solo á la fabricacion del vino. Todos conocemos tam-

(1) *Applications à l'Agriculture*, T. 4, pag. 280.
(2) *Traité sur les vins de la France;* Paris, 1846, pag. 77 y 79.

Fermentacion vinosa

bien el color pardo bien pronunciado que toman las pasas procedentes de uvas blancas, debido á la oxidacion de dicho tanino á espensas del aire, y coloracion que vemos presentarse en todos los frutos mas ó menos ricos en tanino, como las peras, los membrillos, etc., tan luego como su carne se halla sometida á la accion de dicho agente.—Está demostrado, por otra parte, que este principio es mucho mas abundante en el hollejo de las uvas coloradas que en el de las blancas, y que el zumo ó mosto de todas ellas, si contiene alguna cantidad sensible del mismo, lo debe á los fragmentos de dicho hollejo, que siempre contiene en mayor ó menor cantidad, aun cuando se cuele para separárselo, junto con las pepitas y el escobajo, como sucede cuando se destina á la fabricacion de ciertos vinos blancos; por cuyo motivo la cantidad de tanino contenida en estos mostos, será proporcionada á la de los restos mencionados que en su seno se encuentran. Y si, como va dicho, la oxidacion del tanino da origen á una materia colorante, es evidente que los vinos blancos obtenidos del mosto de las uvas de este color, fermentados sin la presencia del hollejo, con el tiempo se pondrán siempre mas claros, sucediendo todo lo contrario con estos mismos mostos fermentados en presencia de dicho hollejo, cuyos vinos tomarán una coloracion siempre mas pronunciada.

22. En vista de la composicion del mosto que se acaba de trasladar, y de lo que llevamos espuesto, es facil adivinar que el zumo de la uva es el cuerpo mas idóneo para esperimentar la fermentacion alcohólica. Basta, en efecto, que le dé el aire por un instante, siendo la temperatura favorable, para que dicha fermentacion se desarrolle, y continúe de una manera muy activa. Como ya Becher lo habia dicho mucho antes, Gay-Lussac se encargó de demostrar lo indispensable que es el contacto del aire ó del oxígeno para que el zumo de la uva empiece á fermentar. Una vez roto el equilibrio tan inestable de la albúmina ó del gluten, ambos disueltos, bajo su influjo la fermentacion continúa por sí sola, sin necesitar mas de dicho oxígeno; siendo, como sabemos, los resultados principales de esta fermentacion el alcohol y el ácido carbónico los productos dominantes.

23. Pero no olvidemos nunca que el zumo que fermenta, tiene una

reaccion ácida por los ácidos libres que contiene, y por el mismo bitartrato de potasa. Esta reaccion es tanto mas pronunciada, cuanto menos sazonadas son las uvas de que procede el zumo; por cuyo motivo es mas sensible en los zumos obtenidos con las uvas que se cultivan en los paises frios que en los mas templados, en las que se vendimian mas pronto que en las que se cosechan muy tarde, y aun entonces en estado de sazon incompleta. Fermentacion vinosa.

Estos ácidos libres representan un papel muy pronunciado entonces en el producto de la fermentacion. En este domina, en efecto, un olor particular, que no es el aroma, si bien contribuye á mejorar á este, constituyendo lo que conocen los franceses con el nombre de *bouquet* del vino. Este *bouquet* es debido desde luego á combinaciones etéreas, ó sea á unos éteres compuestos de ácido graso que varía. En general el *enántico* es el mas comun, formando entonces el *enantato de óxido de etilo;* pero adviértase que tambien concurren con él á la formacion del *bouquet* espresado el butirato y el acetato del propio óxido (1). *Bouquet* del vino

Y es natural que asi sea desde el momento en que hemos indicado ya que los espresados ácidos enántico y butírico pueden formarse durante la fermentacion del azucar, y que el acético se produce á espensas del espíritu de vino. No es mucho lo que se forma del butírico por no ser las circunstancias favorables á la fermentacion que le produce en gran cantidad (16); ni menos del acético, por estar en el interés del que dirije la fermentacion, el impedir que se produzca en cantidad considerable, so pena de obtener vinagre en lugar de vino; pero no es menos cierto que siempre se producen cantidades mas ó menos sensibles de los mismos, que toman parte luego en la formacion de los espresados éteres compuestos.

Observaremos, con todo, que algunos químicos franceses, empezando por el infortunado Laurent y concluyendo por Dumas, y Mulder antes que ellos, creyeron un tiempo que el origen de los ácidos grasos de que tratamos, era debido esclusivamente al aceite fijo contenido en la pepita del grano de la uva. Fermentando el mosto junto con dicha pepita, se con-

---

(1) Liebig, *Lettres sur la Chimie*, pag. 142; Paris, 1847.

Fermentacion vinosa.

*Bouquet* del vino.

cibe que disuelto el aceite mencionado en el alcohol que se va formando, y oxidándose de paso, diese origen á ácidos mas enérgicos, cual se observa siempre que las grasas se enrancian ú oxidan, y ácidos que luego tomarán parte en la formacion de los éteres de que tratamos. Pero segun esta esplicacion resultaría, que estos éteres no podrian encontrarse en los vinos procedentes de mostos que hubiesen fermentado solos ó sin el contacto de dichas pepitas, siendo asi que se encuentran indistintamente en ellos, ora hayan fermentado en presencia ó fuera del contacto de las pepitas mencionadas.

Tambien ha de contribuir al olor del vino la aldehida cuya presencia, siquiera sea en pequeña cantidad, ha sido demostrada últimamente en él, del propio modo que ya mucho antes lo habia sido en el vinagre.

En cuanto al óxido de etilo que neutraliza los mencionados ácidos grasos, si se considera que los éteres de que se trata, se encuentran tan solo en los vinos fabricados con mostos ácidos, es natural admitir que bajo el influjo de estos ácidos tuvo lugar la eterificacion, que dió margen al espresado óxido de etilo; el cual, hallándose en estado naciente en presencia de los ácidos grasos mencionados (que suponemos se encuentran en el propio estado), dió margen ó contribuyó á la produccion de los éteres odoríferos. Y por si se nos dijera que la temperatura en que se efectúa la fermentacion no es la necesaria para que tenga lugar la eterificacion, observaremos desde luego que los multiplicados puntos de contacto y la accion del tiempo, esta vez como en otras varias, suplen por dicho aumento de temperatura.

25 *bis*. No son, de otra parte, las mencionadas las únicas combinaciones etéreas que contribuyen á la formacion del *bouquet*. Además de los éteres enántico, acético y butírico, que seguramente son los mas comunes en los vinos, los dos primeros sobre todo, se han encontrado tambien á veces en ellos, siempre en cantidades muy pequeñas:

El *caprilato de óxido de etilo* $= C^4\ H^5\ O,\ C^{16}\ H^{15}\ O^3$, que posee un olor que recuerda el de la piña ó *ananas* de América.

El *caproato de óxido de etilo* $= C^4\ H^5\ O,\ C^{12}\ H^{11}\ O^3$, dotado de un olor de los mas agradables, que recuerda el del melon y el de las manzanas llamadas de la reina.

Fermentacion vinosa.

El *pelargonato de óxido de etilo* $=C^4 H^5 O, C^{18} H^{17} O^3$, líquido aceitoso, aromático, que Frankland ha sacado en cantidad bien apreciable del aguardiente de Irlanda.

Bouquet del vino.

El *caprato de óxido de etilo* $= C^4 H^5 O, C^{20} H^{19} O^3$, líquido muy aromático, descubierto por Bowney en el aceite volatil ó en el alcohol de las patatas.

El *acetato de óxido caprílico* $=C^{20} H^{19} O, C^4 H^3 O^3$, líquido de un olor particular, pero sumamente agradable, que tambien se ha descubierto en algunos vinos.

El *propionato* (metacetato) *de óxido de etilo* $=C^4 H^5 O, C^6 H^5 O^3$, descubierto por Winckler en los vinos de Bergstrasser (entre Darmstadt y Heidelberg), de un olor de los mas agradables.

El *alcohol butílico* $=C^8 H^9 O, HO$, descubierto por Wurtz en el aceite volátil que se obtiene cuando se destila el aguardiente de remolacha, y cuyo olor recuerda el del vino.

El *hidrato de óxido amílico* (alcohol amílico)$=C^{10} H^{11} O, HO$, que se recoje en gran cantidad en la destilacion del aguardiente de patatas y tambien del de remolacha, pero cuya presencia ha sido descubierta igualmente en muchos vinos. Es frecuente su obtencion cuando se prepara el aguardiente ó alcohol del orujo de la uva; siendo de advertir que unas veces está solo, y otras en estado salino combinado con el ácido acético, ó bien con el caprílico, capróico, cáprico, butírico, propiónico, pelargónico, málico, tártrico y otros, del mismo modo que acabamos de ver se encuentran combinados muchos de estos ácidos con el óxido de etilo. El ácido tártrico forma tartratos dobles con el óxido en cuestion y la potasa, ó la cal en lugar de esta, en los vinos. Las combinaciones salinas y aromáticas del óxido de amilo son muy comunes en los vinos añejos, al paso que su hidrato lo es en los vinos jóvenes.

El *hidrato de óxido de caproilo* (alcohol caproílico)$=C^{12} H^{13} O, HO$, de un olor agradable y aromático, descubierto por Faget (1) en el aceite volatil que se obtiene por la destilacion del aguardiente del orujo, junto con el hidrato amílico antes descubierto por Balard.

---

(1) *Comptes rendus*, T. 37, P. 730.

Fermentacion vinosa.

El *hidrato de óxido de propilo* $=C^6 H^7 O, HO$, de olor no desagradable que recuerda el del vino.

El *butirato de óxido de propilo* $=C^6 H^7 O, C^8 H^7 O^3$, cuyo olor es el que mas se acerca al aroma de la piña (ananas).

Bouquet del vino.

El *acetal* $=C^4 H^3 O+C^4 H^5 O+HO$, un hidrato de los óxidos de acetilo y de etilo, de un olor muy agradable, que parece hallarse sobre todo en muchos vinos de Hungría, á juzgar por su *bouquet*, que despide el olor característico del acetal estendido en alcohol diluido.

Despues de haber reseñado la mayor parte de las sustancias que mas directamente contribuyen á modificar el *bouquet* del vino, debemos observar, como ya antes se ha indicado, que siempre se hallan en los vinos en una cantidad sumamente pequeña, sin que jamás esceda de $\frac{1}{40000}$ del peso del mismo. No obstante esta gran division, su olor es de los mas pronunciados y permanentes: dígalo si no el del enantato de óxido de etilo, que es el mas comun en los vinos ordinarios, cuyo olor persiste tanto tiempo en las botellas que los contuvieron, aun cuando haya trascurrido mucho tiempo desde que fueron vaciadas.—La dilucion de estas sustancias aromáticas es, de otra parte, indispensable para que su olor sea agradable. Todas ellas, en general, si se las huele cuando puras, sobre no ser agradable su olor, es hasta repugnante por lo fuerte. Su olor verdadero solo se percibe bien cuando se encuentran muy diluidas, y si lo están en un líquido alcohólico, el aroma propio de este contribuye á modificar agradablemente el de las sustancias espresadas, y recíprocamente. En prueba de esto debemos observar que los falsificadores de vinos en el estrangero utilizan grandemente el eter acético para comunicar instantáneamente á sus productos el *bouquet* que solo por el trascurso de los años adquieren los vinos naturales; bastando la adicion de muy pocas gotas de dicho eter á cada botella para que su contenido tome el olor deseado. En Inglaterra se usa tambien con este fin, hace poco tiempo, el llamado *aceite de vino* (*grape-oil*) ó *aceite de coñac*, para comunicar el olor de este al aguardiente malo; habiendo salvado pronto el Canal de la Mancha en compañía de algunos fabricantes de vinos franceses para *mejorar* sus productos. El *grape-oil* de los ingleses es, segun Hofmann, una combinacion amílica, no habiendo podido determinar su género

por la poca cantidad de este cuerpo que pudo proporcionarse para su examen. Fermentacion vinosa

Pero ahora debemos discutir todavía algo mas de lo que ya se ha hecho (23) acerca del origen ó formacion de los mencionados compuestos etéreos en los vinos. Formacion de los éteres en los vinos.

Si recordamos que en estos productos hay constantemente mas ó menos ácido tártrico libre y alcohol, y que reaccionando estos dos cuerpos á la temperatura ordinaria dan constantemente origen al eter tártrico ó al tartrato de óxido de etilo, es claro que debemos admitir tambien en los vinos esta eterificacion ó produccion de eter tártrico. Este compuesto, sin embargo, no tiene olor alguno pronunciado, no pudiendo comunicárselo por lo mismo al vino por sí solo; mas siendo su sabor mucho menos agrio que el del ácido tártrico, resulta que su formacion hace que los vinos aparezcan, poco despues de obtenidos, menos ácidos ó mas dulces de lo que lo eran al acabarse de fabricar. Pero como el tartrato de óxido de etilo es sumamente inestable, descomponiéndose espontáneamente su disolucion acuosa despues de un tiempo en alcohol y ácido tártrico, resulta de aquí que si al empezar esta descomposicion se encuentra en el vino ya formado alguno de los ácidos grasos que entran en los compuestos etílicos de que tratamos, este ácido se apoderará del óxido de etilo naciente (en el momento en que, de lo contrario, se hidrataria para regenerar el alcohol), dando origen al nuevo eter del ácido graso espresado. El tártrico por su parte, eliminado por un momento, reaccionará segunda vez sobre nuevas cantidades de alcohol para regenerar una segunda cantidad de tartrato de óxido de etilo, que mas tarde desaparecerá como la primera, y así sucesivamente. De suerte que, en suma, la eterificacion primordial en el vino es debida al ácido tártrico; la secundaria á la inestabilidad del tartrato etílico y á su descomposicion en presencia de los ácidos grasos que se van formando: la primera tiene lugar durante la fermentacion tumultuosa del vino, mientras que la segunda se presenta por primera vez con la fermentacion lenta (24), reproduciéndose mas tarde de una manera indefinida. El primero de los compuestos etéreos odoríferos que por este medio toma origen, es seguramente el eter enántico: mas tarde, á medida que el vino sea mas viejo, se irán presen-

Fermentacion vinosa.

tando otros varios de dichos compuestos, como de ello es una prueba el mejor olor que con el tiempo adquieren los vinos.

Acidos grasos que figuran en el *bouquet*

Pero si por lo dicho se concibe fácilmente la formacion de estos éteres odoríferos, no sucede lo propio á primera vista respecto de la de los ácidos grasos que en ellos figuran: por esto debemos insistir tambien unos momentos sobre las causas y metamórfosis á que estos ácidos pueden ser atribuidos. Recordemos desde luego que los cuerpos en cuestion no existen en la uva, lo cual nos dice que deben desarrollarse mas ó menos pronto en su zumo fermentado. Luego debemos decir que, segun trabajos muy interesantes de los naturalistas, la miel por sí sola, lo mismo que el azúcar piedra, suministra á la abeja todos los elementos necesarios para dar origen á los ácidos grasos que se encuentran en el própolis y en la cera, y que esta (la *cerosia*) ha sido encontrada por AVEQUIN en la caña del azucar, habiéndose demostrado que á medida que aumenta en ella su cantidad, disminuye la del azucar, y recíprocamente. El propio origen (el azucar) reconoce la cera particular que recubre á las frutas, los granos de la uva lo mismo que las ciruelas, por ejemplo, y es causa de que no se mojen, sino con dificultad, por el agua. El azucar, pues, sin que necesitemos aducir mas pruebas, suministra sus elementos para dar origen á los ácidos grasos de la cera, sea que esta metamórfosis tenga lugar en el cuerpo de las abejas ó en la economía de las plantas. Es sabido, de otra parte, que la pepita de la uva contiene una buena cantidad de aceite, que no dejará de figurar por entero ó con alguno de sus factores inmediatos (los ácidos grasos) en el vino, cuando dichas pepitas se hallaren presentes en el acto de la fermentacion del mosto. En el sedimento que con el tiempo deja el vino, se ha encontrado igualmente un poco de cuerpos grasos.

Ahora, una vez demostrada la existencia de alguno de los cuerpos grasos ordinarios en los vinos, debemos recordar que cuando uno de ellos, como el ácido margárico, se somete á una oxidacion mas ó menos activa, puede dar origen á otros varios, cuya fórmula ó composicion va siendo siempre mas sencilla á medida que su oxidacion es mas profunda. Los productos resultantes de este desdoblamiento de la molécula del ácido ó del cuerpo graso, sabemos que están representados por

$(CH)^n + O^4$, hallándose el $CH$ siempre en números pares, si bien variables, y permaneciendo constante para todos ellos el oxígeno ($O^4$). Segun lo cual, hallándose constantemente en los aceites vegetales el ácido margárico, cuya composicion es $C^{34}\ H^{34}\ O^4$; teniendo lugar constantemente, de otra parte, en el acto de la fermentacion una oxidacion mas ó menos activa, sea á espensas del oxígeno del aire, ó del que suministra el mismo azucar, segun ya se ha dicho, es facil de concebir que perdiendo el $C^{34}\ H^{34}$ sus factores en números pares (para formar con el oxígeno agua y ácido carbónico), y simplificándose siempre mas por lo mismo esta molécula, podrán nacer de ella sin gran trabajo las moléculas $C^{20}\ H^{20}$, $C^{18}\ H^{18}$, $C^{16}\ H^{16}$, $C^{14}\ H^{14}$, $C^{12}\ H^{12}$, $C^8\ H^8$, $C^6\ H^6$, que con el $O^4$ darán orígen á los diversos ácidos que se encuentran en las combinaciones etéreas odoríferas antes indicadas. Así

Fermentacion vinosa.

Acidos grasos que figuran en el *bouquet*.

| | | | |
|---|---|---|---|
| $C^{20}\ H^{20}\ O^4$ | nos dará el | ácido | cáprico; |
| $C^{18}\ H^{18}\ O^4$ | » | » | pelargónico; |
| $C^{16}\ H^{16}\ O^4$ | » | » | caprílico; |
| $C^{14}\ H^{14}\ O^4$ | » | » | enántico ó enantílico; |
| $C^{12}\ H^{12}\ O^4$ | » | » | capróico; |
| $C^8\ H^8\ O^4$ | » | » | butírico; |
| $C^6\ H^6\ O^4$ | » | » | propiónico. |

La formacion de estos ácidos, sobre ser lógica por lo que venimos diciendo, está comprobada por los trabajos de laboratorio. Y si estos ácidos se producen en el vino, y el tartrato de óxido de etilo suelta su base descomponiéndose con la facilidad que se ha dicho, es claro que el óxido de etilo reemplazará al de hidrógeno ó al agua de los espresados ácidos hidratados, tomando orígen entonces los éteres subsiguientes. Así por ejemplo:

$$\underbrace{C^{20}\ H^{19}\ O^3,\ H\ O}_{\text{Acido cáprico.}} + \underbrace{C^4\ H^5\ O}_{\text{Oxido de etilo.}} = \underbrace{C^4\ H^5\ O,\ C^{20}\ H^{19}\ O^3}_{\text{Caprato de óxido de etilo.}} + \underbrace{H\ O.}_{\text{Agua.}}$$

De una manera idéntica se producirán los demas compuestos etílicos

Fermentacion vinosa.

parecidos, y de un modo análogo los otros compuestos etéreos que tienen un óxido distinto del etílico.

Acidos grasos que figuran en el *bouquet.*

Ya sabemos, de otra parte, cuál es el origen del ácido láctico (16); pero ahora debemos añadir, que además de la fermentacion que hemos visto le da origen, Scharling ha demostrado su formacion en el breve plazo de tres dias cuando se deja fermentar entre + 30 y + 35° el resíduo de la obtencion de la fécula de patatas, formado sobre todo de celulosa; y como esta abunda en la uva, es claro que si el mosto de esta fermenta junto con su hollejo, la celulosa que en este domina, podrá ser una nueva fuente del ácido mencionado.

Segun trabajos de Noellner corroborados por Nickles (*), todavía hay otro modo de produccion del ácido butírico, que es simultánea con la del ácido acético, formando el ácido *aceto-butírico hidratado.* Este ácido, que es monobásico, y que fácilmente se desdobla en sus factores inmediatos, se puede desarrollar á espensas del ácido tártrico que se encuentra en todos los vinos.

El ácido acético, por su parte, además de esto y de lo antes espuesto (20), puede reconocer todavía otro origen, debido á la descomposicion del mismo ácido tártrico, sin que se produzca el butírico. Todos sabemos que las disoluciones en agua del espresado ácido tártrico (lo mismo que las del cítrico) despues de algun tiempo de preparadas, contienen una gran cantidad de dicho ácido acético. La formacion de este ácido y del subsiguiente acetato de óxido de etilo, parece corroborada con lo que pasa en los vinos añejos que se guardan fuera del contacto del aire. Cuando jóvenes, en efecto, son mas ácidos y menos aromáticos que cuando cuentan ya algunos años, todo lo cual está de acuerdo con lo que se acaba de indicar.

Los ácidos cáprico y caprílico á su vez, pueden reconocer tambien un origen distinto del que antes se ha visto. Este origen le tienen en un desdoblamiento del ácido pelargónico. Conociendo ya la composicion de todos ellos, si suponemos que son dos los equivalentes del último que se desdoblan, tendremos:

---

(*) Liebig's, *Ann. Bd.* 61, *S.* 343.

$$C^{36} H^{36} O^{8} = C^{20} H^{20} O^{4} + C^{16} H^{16} O^{4}.$$

*Dos equivalentes de ácido pelargónico.* — *Acido cáprico.* — *Acido caprílico.*

Fermentacion vinosa.

Formacion del alcohol ó hidrato amílico.

Puesto que tampoco se puede dudar de la presencia del alcohol amílico entre los factores ó cuerpos que á las veces toman parte en el *bouquet* del vino, debemos decir tambien dos palabras sobre su formacion. Esta visiblemente es debida á un nuevo desdoblamiento del azucar de uvas. Como ya conocemos su fórmula, si suponemos que son cinco los equivalentes del mismo que entran en la reaccion, tendremos:

$$C^{60} H^{60} O^{60} = C^{40} H^{48} O^{8} + C^{20} O^{40} + H^{12} O^{12}$$

*Cinco equivalentes de azucar de uvas.* — *Cuatro equivalentes de hidrato de óxido amílico.* — *Veinte equivalentes de ácido carbónico.* — *Doce equivalentes de agua.*

Este mismo cuerpo puede tomar origen á espensas del alcohol. Si son cinco los equivalentes de este que le suministran, resultará:

$$C^{20} H^{30} O^{10} = C^{20} H^{24} O^{4} + H^{6} O^{6}.$$

*Cinco equivalentes de alcohol.* — *Dos equivalentes de hidrato de óxido amílico.* — *Seis equivalentes de agua.*

Debemos observar, sin embargo, que las combinaciones del óxido amílico solo se encuentran en los vinos cuando contienen muy poco ácido tártrico libre, y que jamás su cantidad llega á igualar con mucho á los compuestos etílicos.

Hidratos de los óxidos amílico y propiónico.

El mismo azúcar puede dar orígen á la vez á los alcoholes amílico y propiónico. Si entran en la reaccion dos equivalentes del mismo, pueden formarse:

$$C^{24} H^{24} O^{24} = C^{10} H^{12} O^{2} + C^{6} H^{8} O^{2} + C^{8} O^{16} + H^{4} O^{4}.$$

*Dos equivalentes de azucar de uvas.* — *Hidrato de óxido amílico.* — *Hidrato de óxido propiónico.* — *Ocho equivalentes de ácido carbónico.* — *Cuatro equivalentes de agua.*

Y tambien:

Fermentacion vinosa.

$$C^{24}\,H^{24}\,O^{24} = C^{4}\,H^{6}\,O^{2} + C^{12}\,H^{16}\,O^{4} + C^{8}\,O^{16} + H^{2}\,O^{2}.$$

| $C^{24}\,H^{24}\,O^{24}$ | $C^{4}\,H^{6}\,O^{2}$ | $C^{12}\,H^{16}\,O^{4}$ | $C^{8}\,O^{16}$ | $H^{2}\,O^{2}$ |
|---|---|---|---|---|
| *Dos equivalentes de azucar de uvas.* | *Alcohol.* | *Dos equivalentes de hidrato de óxido propiónico.* | *Ocho equivalentes de ácido carbónico.* | *Dos equivalentes de agua.* |

Hidrato de óxido butílico

Dos equivalentes de azucar de uvas tambien, esperimentando otro desdoblamiento, pueden engendrar el hidrato de óxido (alcohol) butílico. Entonces

$$C^{24}\,H^{24}\,O^{24} = C^{16}\,H^{20}\,O^{4} + C^{8}\,O^{16} + H^{4}\,O^{4}.$$

| $C^{24}\,H^{24}\,O^{24}$ | $C^{16}\,H^{20}\,O^{4}$ | $C^{8}\,O^{16}$ | $H^{4}\,O^{4}$ |
|---|---|---|---|
| *Dos equivalentes de azucar de uvas.* | *Dos equivalentes de hidrato de óxido butílico.* | *Ocho equivalentes de ácido carbónico.* | *Cuatro equivalentes de agua.* |

Todavía podríamos citar algun otro medio de produccion de varios de los ácidos grasos que toman parte en el *bouquet*, si quisiéramos estudiar su formacion bajo todos los aspectos en que puede presentarse; pero renunciamos á ello por ser suficiente lo que dejamos dicho para que se comprenda su espresada formacion, y la subsiguiente de las combinaciones etéreas en que toman parte.

De todo lo espuesto se deduce en definitiva, que los vinos aromáticos por la presencia de los compuestos etéreos mencionados, serán siempre oriundos de paises frios (como los del Rin, por ejemplo, tan buscados por dicho motivo), por contener siempre bastante ácido tártrico libre, sobre todo, y que los meridionales, fabricados con mostos muy ricos en azucar y poco en dichos ácidos, no contendrán dichos compuestos etílicos en cantidad sensible, si bien no por esto están destituidos de aroma. Por esto dijimos al principio que no debe confundirse el olor debido al fruto, de suyo aromático, como sucede en las uvas llamadas *moscatel*, ó con el *palomino blanco*, que produce el rico *amontillado* de Jerez, con el *bouquet* ó aroma producido por las espresadas combinaciones etéreas. Mas téngase entendido que, aun cuando en este caso domine el aroma del fruto en el vino obtenido, este siempre contiene alguna de las combinaciones etéreas antes indicadas; por cuyo motivo en estos casos el vino posee á la vez el *bouquet* y el aroma propio del fruto, modificados el uno por el otro.

*Bouquet* del vino.

Pero desde el momento que se vió que el vino conservaba el aroma del fruto de la uva debido á un aceite volátil, los cosecheros trataron á veces de obtener vinos mas aromáticos de lo que lo son cuando se fabrican con la uva sola. Al efecto añadieron al mosto ó á la uva machacada en el lagar ó en las vasijas de fermentacion, diferentes plantas ú otras sustancias odoríferas, cuyos aromas se comunicaron al producto de la fermentacion. Las sustancias aromáticas añadidas, como se concibe, variaron segun la clase ó especie de vino que fabricaban. Asi es que se echó mano á las veces de las rosas, de la flor del tilo, de la del sauco, de las hojas de la reina de los prados (*Spiræa ulmaria*), de la piel del membrillo, de la flor de la vid silvestre, de la del maro vulgar (*Salvia sclarea*), del aceite volatil obtenido por la fermentacion de la centaura menor, de la raiz del lirio de Florencia, la canela, el clavillo ó clavo especia, la nuez moscada, etc. La raiz del lirio indicado ha gozado y goza todavía de gran crédito para comunicar al vino el aroma particular del de Burdeos.

Fermentacion vinosa.

Aroma artificial del vino

Faber (*) prefiere á todas estas sustancias la flor de la misma vid cultivada. La recoje agitando los sarmientos; deseca con cuidado la que se desprende, y luego envuelve un poco de ella en un pedazo de lienzo formando una muñeca que deja suspendida en el mosto cuando fermenta. Tambien puede destilarse esta flor con espíritu de vino; en cuyo caso el producto de la destilacion, cargado ó saturado de su aroma ó esencia, se añade en la cantidad necesaria al vino ya hecho. Algunos vinos de Esmirna y de Grecia, muy renombrados por lo delicado de su aroma, lo deben, segun Faber, á uno de los dos medios que se acaban de indicar.

Debemos observar, sin embargo, que el aroma verdadero del vino no se presenta luego de preparado, sino despues del trascurso del tiempo. En el primer caso el olor dominante del vino es debido sobre todo al eter enántico; mas como andando el tiempo se descompone ó desdobla para dar origen á otras combinaciones etéreas de olor mas agradable, pero menos pronunciado, entonces es cuando se presenta el aroma particular, que antes estaba embargado por el espresado eter enántico. Al predominio de este en los vinos jóvenes, para citarlo de paso, atribuyen algu-

(*) *Polyt. Contralbl.* 1854, *S.* 1533.

Fermentacion vinosa.

nos el que se *suban mas pronto á la cabeza al beberlos*, que cuando cuentan ya alguna edad.

El aroma mismo, por su parte, es sabido que se desarrolla con el tiempo. Un agua aromática recientemente destilada, nunca posee un olor tan agradable como despues de algun tiempo de preparada. Esto mismo se observa por lo que toca al aroma peculiar de los vinos, que siempre necesita el trascurso de algun tiempo para presentarse con su caracter verdadero.

Fermentacion tumultuosa.

Fermentacion lenta.

24. En la fermentacion vinosa ó del mosto de la uva, se distinguen desde luego dos períodos bien marcados. en el primero tiene lugar la fermentacion *tumultuosa*, muy activa, durante la cual la mayor parte del azucar se desdobla en alcohol y ácido carbónico; al paso que en el segundo continúa la fermentacion del azucar que aún quedaba por descomponer, pero de una manera lenta, insensible á primera vista, si bien se aprecian sus resultados de una manera indudable. La primera tiene lugar en los lagares; la segunda dentro de las vasijas en que el vino fue envasado. Este, al concluir la primera fermentacion, era todavía mas ó menos dulce: cuando concluyó la segunda ha perdido todo sabor azucarado, presentando solo el vinoso característico. Durante esta tambien es cuando tomaron origen los éteres grasos, cuya cantidad será tanto mayor cuanto mas viejo ó añejo fuere el vino (23 *bis*).

La segunda fermentacion nos dice que el vino, al ser trasegado del lagar, contiene todavía disuelto algo de gluten, gliadina ó fermento soluble, que es el que preside á la fermentacion lenta indicada. Si sucediese lo contrario, el vino contendria siempre un esceso de azucar, resultando de ahí los vinos dulces, la *malvasía* por ejemplo.

En el primer caso, por lo demás, si ya no hay azucar que descomponer, y persiste aún algo de fermento disuelto, y tiene acceso el aire, la fermentacion acética podrá ser la continuacion de la alcohólica, y el resultado final el vinagre en vez del vino.

25. Mientras tiene lugar la segunda fermentacion y el vino se hace siempre mas rico en espíritu, siendo este muy ávido de agua, se precipitan varios cuerpos que estaban disueltos en ella desde un principio, y que ahora no pueden estarlo por robársela dicho espíritu. De aquí toman

origen las *heces* del vino, donde abundan el tártaro ó bitartrato de potasa, lo mismo que los tartratos de cal y de alúmina, los sulfatos y cloruros, el fermento insoluble ú oxidado, la materia colorante, etc. Por esto los vinos se aclaran y mejoran con el tiempo si las vasijas en que se guardan, reunen las circunstancias que se indicarán mas adelante. Fermentacion vinosa.

26. El vino retiene, por lo demás, muchas veces una cantidad de materia colorante y astringente mas ó menos sensible, así como los ácidos libres que hemos visto se encuentran en el mosto, y tambien en algunos casos un esceso de fermento soluble (*gliadina*), que son causa de las variedades y tambien de las alteraciones que sufren los vinos.

Segun todo lo que viene espuesto, veamos ahora de qué manera debemos conducirnos en la fabricacion de un buen vino.

# FABRICACION DEL VINO.

27. Para metodizar lo que sobre una cuestion tan importante tenemos que esponer, es preciso hacer desde luego una division ó clasificacion de los líquidos de que tratamos. Fabricacion del vino.

Los vinos son *blancos* ó *tintos*, de *todo pasto* ú ordinarios, ó bien *espirituosos, generosos* ó *alcohólicos* (vinos de postres). Estos se dividen á su vez en *secos* y *dulces*, siendo los primeros aquellos cuyo azucar ha desaparecido casi por completo, y los últimos, al contrario, los que todavía contienen una cantidad del mismo que no ha fermentado, reconocible al paladar, á la cual deben el nombre que llevan. Tenemos tambien los vinos *espumosos* ó de Champaña. Antes de estudiar detenidamente cada uno de estos grupos ó suertes de vinos, debemos hacer algunas observaciones generales que son aplicables á todos.

28. Si el alcohol ó espíritu es el agente mas buscado en los vinos y el que constituye por lo mismo su primera riqueza, es claro que la uva que se destine á su fabricacion, no deberá cojerse mientras no se halle del todo madura ó sazonada. Al efectuarse, pues, la vendimia, se procurará dejar en la cepa las uvas que, por estar mal situadas ó por otras

Fabricacion del vino.

causas, no hayan llegado á sazonar por completo. Esto lo practican perfectamente los cosecheros acomodados malagueños, que dan *tres vueltas* á la viña para recojer toda la uva, ó que cosechan esta en tres períodos distintos, llevándose en cada uno de ellos solo el fruto que ya está en sazon. Harán bien los cosecheros á su vez en elegir cuidadosamente las variedades que se dan mejor en el terreno que destinan al cultivo, y las que dan el fruto igualmente sazonado en una época determinada, como sucede, por ejemplo, con la citada variedad denominada *palomino* de Jerez. De este modo podrán suprimir las tres vueltas los mas de los años, efectuando la vendimia *redonda* (Málaga), ó sea levantando todo el fruto de una sola vez. En el caso contrario, como hay variedades mas precoces unas que otras, sería posible que los jornaleros encargados de la vendimia cojiesen indistintamente las uvas sazonadas y las que todavía no lo estuvieren, como sucede siempre efectuando la vendimia redonda, resultando de esto forzosamente mas tarde un mosto malo y un vino mediano. Para emprender la vendimia, se elije, si es posible, un tiempo bien seco y sereno; y decimos si es posible, porque hay paises menos privilegiados, en los cuales, para que sazone lo mejor que pueda la uva, se la deja sobre las cepas hasta las primeras heladas (últimos de octubre y tambien primeros de noviembre); de suerte que es chocante ver dichas cepas que han perdido ya la mayor parte de los pámpanos, ó que conservan muy pocos (todos amarillos), cargadas con el fruto. La nieve misma en algunos puntos ha empezado á cubrir la tierra cuando todavía no se ha efectuado la vendimia. Los cosecheros en dichos paises (Wurtemberg, Maguncia, Coblenza, etc.) están en la persuasion de que las primeras heladas son muy favorables á la uva para la obtencion de un vino escelente, tanto que este en cuatro ó cinco años adquiere una vetustez que parece ser de veinte (1). Las uvas, á su vez, ya llevadas al lagar y antes que se las estruje, deben examinarse de nuevo una á una, para separar las que no fueren del todo maduras y estuviesen mezcladas con las sazonadas, como sucede en Jerez y en Málaga. Bueno sería que este espurgo se hiciese tambien de los granos verdes contenidos en cada racimo de

(1) Caillat en su obra ya citada, tomo 4, pág. 267.

por sí, por las mismas razones antes indicadas; así como de los pasados, y de los que, por efecto de algun golpe, etc., estuviesen ya fermentando, como tambien lo efectúan algunos entendidos cosecheros malagueños. Este espurgo tan minucioso nunca le olvidan los cosecheros que fabrican los diversos vinos tan celebrados de Burdeos, así como los del Rin. Fermentacion vinosa.

Hecho este espurgo, es preciso separar tambien unas de otras las uvas que se destinan á vinos especiales. Por esto en los viñedos de Jerez ya citados se tiene mucho cuidado en separar, por ejemplo, la uva llamada *palomino* de la *Pero Jimenez*, lo mismo que el *mantuo de pila* del *moscatel menudo* y de la *mollar*, por cuanto cada una de estas uvas da mostos con los que se obtienen luego vinos especiales. Con esta eleccion del fruto es como los cosecheros jerezanos aseguran desde un principio la buena calidad del vino que se proponen preparar.

29. Ahora se procede á pisar ó estrujar el fruto. Antes, sin embargo, el cosechero debe conocer la calidad del vino que se propone obtener, segun fuese la de la uva. Si esta solo puede dar vinos de todo pasto ó comunes, se estrujará ó pisará sobre la marcha; si, al contrario, siendo muy azucarada los puede dar *generosos*, antes que se estruje se dejará que se asolee uno, dos ó mas dias, á fin de que evaporándose siempre nuevas cantidades de agua, se obtenga mas tarde un mosto muy rico en azucar. En este último caso las uvas se estienden al sol en un paraje seco, el *almijar* de Jerez ó el *llano* de Málaga, sobre esteras si es posible, cubriéndolas si amenazare ó sobreviniese la lluvia, lo mismo que durante la noche, para abrigarlas ó guarecerlas del rocío de la mañana. Este asoleo varía segun el estado de la uva, y el tiempo que hizo antes de cosecharla. Si hubiese sido, por ejemplo, muy llovedizo y nublado, abundando entonces en agua, dicho asoleo debe ser mas largo que si hubiese reinado un tiempo seco y sereno. No solo se concentra el mosto dentro del grano durante este asoleo, sino que el escobajo mismo se seca, y mas tarde, cuando se pisará ó estrujará la uva, cederá alguna menor cantidad de los principios astringentes en que abunda. Y para estos casos no se olvide el espurgo de los granos dañados por una escesiva maturacion ó por algun golpe, pues durante la esposicion indicada al aire fermentaria en ellos el zumo, y el que mas tarde se obtendria con los granos sanos Pisado de la uva

Fermentacion vinosa.

iria mezclado con los productos de dicha fermentacion, cuyos resultados serian distintos y siempre contrarios al objeto que nos proponemos. Por esto, al estender y cubrir los racimos que se asolean, debe procurarse no dañarlos en lo mas mínimo, para evitar los efectos que se acaban de indicar.

Despalillado de la uva.

Mientras permanece la uva en el almijar ó en el llano, otras veces se le separan tambien los troncos ó el pedúnculo mas grueso de los racimos, con lo cual se evita el que mas tarde tome el zumo un esceso de principio astringente en que dichos pedúnculos abundan, dando al vino una aspereza ó *sabor á verde* que no se desea. Tambien esta precaucion, que recibe el nombre de *despalillado*, la toman muy escrupulosamente los entendidos cosecheros de Jerez para asegurar el buen renombre de sus productos. No son tan escrupulosos en otros puntos (Chipiana, San Lucar de Barrameda, varios distritos del Aljarafe y del Condado de Niebla), cuyos viñedos rivalizan con los jerezanos, si bien los vinos nunca llegan á alcanzar el crédito de estos.

En algunos paises, como en varios distritos de Cataluña y de Navarra (28), se deja que la uva se asolee sobre la misma cepa, en la cual permanece, pues, hasta que se la ve ponerse mas ó menos mústia. Entonces se procura despampanar ó castrar la planta, á fin de que el sol la bañe por todos lados. Esta precaucion (que por lo demás se toma en todos los paises frios, en los cuales se arrodrigonan las cepas ó vides para que el sol poco caliente las bañe mejor) puede tomarse, y da buenos resultados en los otoños secos, pero no sucede lo propio si son llovedizos. Por esto es mejor que el asoleo tenga lugar en el almijar. Habiendo sido lluvioso el otoño y haciéndose en igual temporal la vendimia, es indispensable el asoleo hasta para los vinos ordinarios, so pena de obtenerse estos muy aguanosos y de poca fuerza. El tan celebrado vino de Tokay, que en su mayor parte va á parar á las bodegas del emperador de Austria, se fabrica con las uvas que, aun despues de bien sazonadas, se dejan en la cepa hasta que se han medio secado ó casi convertido en pasas. En este caso el vino en general recibe el nombre de *vino seco* en Francia, de un significado muy distinto del que tiene entre nosotros segun se ha visto; designando tambien con el de *vino de paja* al que se obtiene con la uva asoleada tendiéndola sobre paja cual antes se ha dicho. Los alemanes han

aceptado esta propia denominacion en su *Strohwein* (de *Stroh*, paja, y *Wein*, vino). Fermentacion vinosa.

30. Preparada la uva cual se acaba de ver, se procede luego á pisarla ó trillarla. El objeto de esta operacion es romper las celdillas vejetales donde están naturalmente contenidos y separados los diferentes principios que entran en el mosto, á fin de que, reunidos todos en este, por la accion del aire pueda tener lugar la fermentacion vinosa. Pisado de la uva.

Esta operacion se hace desde luego en la generalidad de los paises andando los obreros con los pies y piernas desnudas sobre la uva, que se echa en unas cajas de madera (que en Jerez llevan el nombre de *lagares*, si bien en otros puntos reciben este nombre los depósitos en donde fermenta mas tarde el mosto) cuadradas (en Jerez), montadas sobre dos ó cuatro borriquetes de cosa de una vara de alto, de cuatro ó mas varas de lado por únas dos tercias de alto, con una abertura triangular en uno de estos, del fondo de la cual arranca una *piquera* ó conducto de una cuarta de largo, que recibe el zumo que deja escurrir la uva á medida que se estruja, y le dirije á las vasijas ó depósitos, de los cuales luego se distribuye á las vasijas de fermentacion. Algunas veces los pisadores están calzados con zapatos de tres y cuatro suelas, llenos de clavos para mejor asegurar el estrujado de la uva. Esto se observa en Jerez; pero, á decir verdad, no debe aprobarse esta práctica. Los zapatos tan bien herrados ó clavados, solo sirven para romper las pepitas de la uva y hacer que se disuelva entonces una mayor cantidad del tanino ó principio astringente. Esta práctica no es digna de los entendidos cosecheros que despalillan la uva mientras permanece en el almijar. Nosotros aconsejaríamos que el pisador estuviese calzado con zapato, cuya suela tuviese una tela metálica levantada como unas tres ó cuatro líneas á beneficio de unos alambres, que formarian como un bastidor cruzado en diferentes sentidos, y sobre los cuales descansaria dicha tela. Podria mantenerse tambien á dicha distancia á beneficio de unos cuantos clavos distribuidos oportunamente en dicha suela. De este modo la uva sería pisada mas por igual, sin que se estrujasen las pepitas ni los pedúnculos, los cuales serían alojados entre la tela metálica y la suela. El pisador tendria cuidado, por lo demás, de limpiar ó desobstruir de vez en cuan-

Fermentacion vinosa.

Pisado de la uva.

do esta tela, bastando al efecto dar algunos golpes con la punta de su zapato contra las tablas ó paredes de esta caja, con lo cual se desprenderian pronto las pepitas, etc., por lo mismo que se halla siempre el zumo en mas ó menos cantidad en la caja, y que no se daria tiempo á que jamás se llegaran á secar entre la tela y la suela mencionadas. Escusado es advertir que el zapato debe tener la punta cuadrada, como suele decirse, á fin de que oprima una mayor superficie. Además, por dentro de la caja, la abertura triangular que da salida al mosto debe estar provista de un marco con su tela metálica de hierro, que no dé salida á ningun grano entero de la uva, con lo cual se logrará que todos sean bien pisados ó estrujados; y para que esto se consiga mejor, el obrero procurará remover en todos sentidos con una pala de madera el orujo ó escobajo que va quedando siempre menos jugoso, hasta que diere por concluida la pisa. Indudablemente sería mejor que la operacion que nos ocupa se efectuase tan solo con el grano, desgranando antes por lo mismo la uva. Esta precaucion, tan recomendada por la ciencia, la han llevado á cabo varios cosecheros entendidos de la Rioja, entre ellos el Excmo. Sr. Duque de la Victoria, habiendo obtenido vinos mas esquisitos, menos *verdes*, y al propio tiempo menos colorados; pero (¡oh poder de la rutina!) estos vinos no hallaban consumidores en el pais, acostumbradas las gentes del mismo á los vinos mas colorados, resultando de ello que los vinos perfeccionados debian ser esportados para darles salida; mas como esta esportacion junto con el desgranado hacian subir mucho el precio de los vinos, estos fabricantes han debido renunciar á una práctica tan bien fundada como de seguros y escelentes resultados. En estos casos creemos que un Gobierno que quisiera mejorar nuestra produccion vinícola en todas las diferentes zonas del territorio que se prestan á los viñedos, deberia conceder á los fabricantes una proteccion, ó premios parecidos á los que en casos análogos concede el Gobierno francés por conducto de la *Sociedad de fomento de su industria*. De este modo, indemnizados de los mayores sacrificios que se imponen, podrian luchar por mas tiempo contra las preocupaciones del vulgo, hasta que al fin este concluiria por salir de su error, quedando desde este instante asegurada la mejora ó el perfeccionamiento de que se trata

El pisado de la uva en Valencia, Cataluña y varios otros puntos, tiene lugar en una pieza ó balsa revestida interiormente con baldosa bien barnizada, cuya forma y disposicion nos recuerdan la caja de que se acaba de hablar. Esta balsa se halla encima ó mas alta que el gran lagar, al que fluye naturalmente el zumo para que luego, cuando lleno, fermente. Escusado es decir que esta balsa debe estar lo mas limpia que sea posible. Otras veces, en estos mismos paises, se valen de una balsa ó pisadero portatil, lo mismo que se ha dicho del de Jerez. La pieza esta en algunos puntos recibe el nombre de *lagar de pisar*, como sucede en Málaga. En este mismo pais recibe igualmente el nombre de *lagar* la hacienda ó heredad donde se cultiva la vid, lo propio que la habitacion ó casa que hay en ellas; resultando de esto, pues, que la palabra lagar tiene las cuatro acepciones que van indicadas. Fermentacion vinosa.

Con el fin de asegurar mejor el estrujado ó la pisa de la uva sin que se destruyan sus pepitas ó pedúnculos, han aconsejado algunos fabricantes bien entendidos, cual se observa en los vidueños del Mediodía de la Francia sobre todo, el uso de dos cilindros de superficies lisas ó sulcadas, revestidos á veces de una tela metálica cual arriba hemos aconsejado para los zapatos, y distantes uno del otro lo bastante para que no den paso á los granos de la uva, pero sí á la pepita que encierran. Encima de los mismos se halla una tolva, por la cual se vierte la uva. En sus estremos están provistos de un juego de ruedas dentadas, que sirven para trasmitirles el movimiento á beneficio del manubrio que mueve un hombre; pero el mecanismo que trasmite el movimiento está dispuesto de manera que uno de los cilindros gira con mayor velocidad que el otro, con lo cual se consigue mejor el objeto que se busca.

31. Estrujada ó pisada la uva, el mosto se dirije solo unas veces á las cubas ó vasijas de fermentacion, al paso que otras se vierte en ellas junto con la casca ó el escobajo. Se practica lo primero cuando se buscan ó desea obtener *vinos blancos* ó de poco color; se hace lo segundo cuando, al contrario, se quieren *vinos tintos*. En este ultimo caso, en efecto, residiendo en el hollejo las materias colorantes, y siendo el alcohol su verdadero disolvente (21), se concibe que el vino salga mas colo- Mosto de fermentacion.

Fermentacion vinosa.

rado, por disolverse en el espíritu que durante la fermentacion se forma, la materia colorante que no disolvió el mosto solo.

Mosto de fermentacion.

Ya nos lo dice claramente, por lo demás, nuestro Herrera, y lo saben desde tiempo inmemorial los cosecheros inteligentes andaluces. El príncipe de nuestros agricultores dice, en efecto: «Del cocer (*fermentar*) »hay dos maneras: la una que echan el mosto sin casca á cocer; de esta »se hace el vino claro como el agua, y de mas dura; no suele tener tantos »vicios..... Lo que se cuece con casca sale mas rubio, de color de oro y »de mas fuerza, y no de tanta dura; y esto estando asentado lo trasieguen »porque no tome el sabor de la casca.....»

En cualquiera de los dos casos que se acaban de indicar, lo que conviene es que las vasijas de fermentacion se llenen ú ocupen de una sola vez, á fin de que la fermentacion marche por igual. Segun esto debe reprobarse la malísima costumbre que se sigue en la Rioja y otros puntos, en donde llenan los *lagos* (lagares), como allí los llaman, con la vendimia de dos, tres y hasta cuatro dias, que por la noche de cada uno de ellos pisan y vierten en el depósito ó lago donde debe fermentar. Estas vasijas, lagos ó lagares, deben llenarse lo mas pronto posible; de lo contrario, siendo el mosto tan propenso á fermentar, si se llenan en dos ó mas dias, tendremos que la fermentacion del que entró primero en el lagar ha empezado ya, y está tal vez bastante adelantada, cuando aún no se ha acabado de llenar con el mosto que le falta, resultando de aquí que la fermentacion nunca es simétrica é igual en toda la masa, y que mientras el último mosto que se ha introducido esperimenta la fermentacion alcohólica, el vino procedente del primero está sufriendo las consecuencias de la acética (20).

En esta parte, como en otras tantas, no podemos menos de celebrar la buena práctica de los cosecheros jerezanos. Allí las vasijas de fermentacion se llenan de una vez con el mosto, y se dejan para que este fermente. Para asegurar la justa nombradía de sus productos, se separan cuidadosamente los mostos de las diversas variedades de uvas que se cosechan, así como los mostos obtenidos con una misma uva. Fabricándose, en efecto, los vinos colorados sobre todo en dicho punto, el mosto que suelta la uva estrujada ó pisada, viene á pasar por un colador

de esparto ó junco que sostiene una crucera, que descansa á su vez en los bordes de la tina ó recipiente de madera que recibe este mosto, y de la cual se traslada luego á las vasijas donde fermenta. El mosto este recibe el nombre de *yema* en el pais, como para indicar la parte contenida en el centro del grano (por comparacion sin duda con la yema, que ocupa el centro del huevo), y se destina á la fabricacion de los vinos de primera calidad. Luego por la presion de la casca se obtiene una segunda porcion de mosto, llamada *agua-pie* (*) por añadirle algunos cosecheros un poco de agua. Este segundo mosto nunca se mezcla con el primero, sino que se hace fermentar separadamente. El vino que con él se obtiene es siempre mas colorado y mas ordinario que el primero, por cuanto deben hallarse en él en mayor cantidad el estractivo y el principio curtiente por efecto de la presion, y mas aún si tuvo lugar la adicion del agua. Con mayor motivo separan y fermentan en una tercera vasija el producto de la presion del orujo que se acaba de prensar, despues de mojado con agua y prensado segunda vez. Este producto, llamado *espiriague* en el pais, constituye la tercera suerte de mosto que algunos capataces obtienen. Mas bien que mosto, como se ve, constituye las aguas de una locion incompleta, pero aguas que por la fermentacion dan un tercer vino flojo y de poco aguante, que debe beberse por lo mismo en lo que va de una á otra cosecha, so pena de avinagrarse por completo si se le quiere guardar mas tiempo.

Fermentacion vinosa.

Mosto de fermentacion.

Los fabricantes malagueños trabajan (los mas entendidos) de una manera parecida, si bien nunca con tanto esmero como los jerezanos. Al efectuar la pisa separan tan solo la raspa con una especie de *peine* ó rastrillo de hierro, y luego la prensan. El mosto que así recojen le hacen fermentar por separado, obteniendo con él un vino mas colorado y mas rico en principio astringente que con el primero. Debe rechazarse por completo el rastrillo de hierro en esta operacion, pues figurando el tanino ó principio astringente en el zumo de la uva, se concibe desde luego que obrando sobre el hierro mas ó menos oxidado, dará origen á la for-

(*) Conocido ya por Marco Columela. V. pag. 198, cap. XL del t. 2, edicion de Madrid, 1824.

Fermentacion vinosa.

macion de un tannato del mismo, que contribuirá á dar color al vino. Dichos peines ó rastrillos han de ser, pues, de madera para evitar esta causa de coloracion.

Vasijas de fermentacion.

32. Las vasijas en que tiene lugar la fermentacion son de dos suertes: de madera, imitando la forma de un tronco de cono, recto unas veces é invertido otras; ó de mampostería, bien cubiertas en su interior con baldosa bien barnizada, ó simplemente con buenas tablas ó losas de arenisca. En vez de las primeras se emplean tambien á veces las botas de forma de barril, como sucede en Jerez, donde se usan con aros ó cinchos de hierro que reciben el nombre de *pelonas*, ó bien con aros de mimbre, llamándose entonces *vestidas*. Su capacidad varía desde la de 120 y mas arrobas, hasta la de 30 y 36 de las mismas. Cuando, al contrario, tienen la figura de un tronco de cono, como sucede en Francia, su capacidad es de 20 á 150 hectólitros en general; siendo de advertir que en el mediodía de dicho pais se emplean aún dos, tres y cuatro veces mayores. En la Rioja alta emplean unas tinas ó grandes cubas de madera, que nos recuerdan las usadas en Francia. En Málaga se usan tinajas de la capacidad de 100 á 160 arrobas, que están enterradas en el suelo.

Cuando son lagares de piedra ó mampostería tienen en general mucha mayor capacidad, pues que algunos de la Rioja llegan á contener hasta 3.400 arrobas de caldo. Unas veces están encima del suelo, y otras se hallan enterrados. En uno y otro caso se procura que las losas ó baldosas en su interior ajusten bien por las junturas, con un betun ó con un lodo á prueba del agua. Bajo el punto de vista de su duracion, este lagar es mas económico que las vasijas de madera; pero en cambio presenta tambien sus inconvenientes. El principal consiste en la gran capacidad que se le dá en general, y es causa de que solo se llene con el producto de la vendimia de dos, tres y mas dias, lo que debe evitarse constantemente segun queda ya indicado. Otro inconveniente consiste en la dificultad de reconocer los escapes ó filtraciones, caso que los hubiere. Lo es igualmente la inseguridad de limpiarle bien, en el supuesto de que hubiese tenido lugar una infiltracion á medias. Si tal hubiese sucedido, el vino se habria acedado entre las baldosas ó detrás de la pared

interior de piedra; y como no es facil lavar bien estos sitios, estamos seguros en tal caso de que el vino que fabricaremos este año tendrá mezclado el vinagre procedente del vino del año anterior, que quedó aprisionado en la infiltracion á medias de que tratamos. Para evitar las funestas consecuencias de este percance sin duda es por lo que los cosecheros franceses suelen lavar con agua de cal estos lagares antes de emplearlos en una nueva campaña: práctica sumamente plausible, que no podemos menos de recomendar á los que se empeñaren en el uso de semejantes vasos de fermentacion. Todo lo mas podrán emplearse para los vinos ordinarios, y jamás para los generosos. Pero aun en este caso es indispensable que en la parte superior el lagar tenga una crucera ó reja de madera debajo del líquido que fermenta, á fin de que nunca suba ó se forme en la superficie el *sombrero* de casca y escobajo; evitándose de este modo que se tenga que hundir en su seno constantemente como sucede en la marcha general, y que sea asfixiado por el ácido carbónico el obrero encargado de esta operacion, como desgraciadamente ha sucedido con harta frecuencia.

Fermentacion vinosa.

Vasijas de fermentacion.

En buena fabricacion, sin embargo, deben desterrarse por completo y sustituirse por los vasos de madera indicados en primer término. Entonces los dispondremos en una bodega ó pieza fresca, en la cual pueda establecerse, si fuere menester, una buena corriente de aire para renovar la ventilacion. A su vez debe procurarse que esté provista de buenas puertas para impedir estas corrientes en ciertos casos, como, por ejemplo, cuando siendo muy frio el ambiente, necesitamos valernos del calórico artificial para favorecer la fermentacion. En ella, por lo demás, se colocarán en filas ó andanadas dichos vasos, de manera que cada uno pueda recorrerse en toda su circunferencia, para examinarle caso que hubiese alguna infiltracion ó gotera. Su capacidad será tal, que se podrán llenar con el producto de la vendimia del dia. Antes de llenarlos se habrán recorrido para asegurarnos de que no pierden por ningun punto. Al propio tiempo se habrán limpiado lo mejor que fuere posible, de manera que no quede el menor indicio de acidez, enmohecimiento ni de ningun cuerpo estraño.

Si fabricamos vinos tintos, la cuba tendrá en la parte superior un

Fermentacion vinosa.

doble fondo, formado por una especie de verja ó reja de madera que se mantendrá hundida siempre debajo de la superficie del líquido. De este modo se evitará que la casca ó escobajo suba á dicha superficie y que se acede ó enmohezca, siendo entonces una causa segura de algun vicio, y de inestabilidad de parte del vino resultante. Inmediato al fondo inferior á su vez tendrá la llave ó espita para la sangría del vino una vez terminada la primera fermentacion. Dicha llave debe ser de madera, de barro ó de guta-percha; nunca de metal. Dentro del vaso de fermentacion, y comunicando libremente con el agujero donde por fuera se ajusta la llave, se colocará un ancho tubo de barro, sembrado de agujeros en toda su superficie cual si fuese la cabeza de una regadera, á fin de que, al efectuarse el trasiego ó la sangría, no pasen por la llave los restos de hollejo ó escobajo que pueden hallarse en el vino, y este salga lo mas claro posible.

Fermentando el mosto en pequeñas cantidades cual se acaba de indicar, estamos seguros de que la fermentacion seguirá una marcha mas regular que si lo hiciere en los grandes lagares.

Fermentacion en vasos abiertos.

35. Viene ahora una cuestion muy interesante que resolver. ¿Deben estar las vasijas de fermentacion enteramente abiertas, ó debe mas bien evitarse el acceso del aire á beneficio de la modificacion de Mlle. Gervais, ú otras parecidas? Liebig está por la fermentacion en vasos abiertos: los cosecheros borgoñeses, y Caillat entre ellos, abogan por los vasos cerrados. La teoría, y, lo que es mas, la esperiencia, están sin embargo de parte del primero (*).

Puestas las vasijas de fermentacion en una bodega donde pueda renovarse fácilmente el aire, y con libre acceso de este, la fermentacion marchará mas rápida, como sea la temperatura bastante para que tenga lugar. Al propio tiempo, si se observase un aumento tal en dicha temperatura que fuese favorable á la acetificacion, facilitando la circulacion del aire de la bodega descenderia pronto, y la acetificacion no pasaria adelante. Además, si concluida ya la primera fermentacion se pudiese mantener en la bodega la temperatura de $+8$ á $+10°$, el fermento, to-

---

(*) Liebig, *Lettres sur la Chimie*, pag. 172; París, 1847.

davía disuelto en el vino en gran cantidad, sigue oxidándose y tomando la forma insoluble en su mayor parte, asegurándose de este modo la conservacion del vino, y poniéndole á cubierto sobre todo de la acetificacion, que ni tiene lugar en dichas circunstancias, ni mucho menos podrá desarrollarse mas tarde, aun aumentándose la temperatura en los vasos ó pipas en que se guarda, por faltar el fermento soluble, que es el principal agente de la misma. Mejor sería que durante la fermentacion la temperatura de la bodega nunca pasase de +10°. De este modo, marchando bien dicha fermentacion alcohólica, se precipita la mayor parte del fermento soluble al propio tiempo y se evita toda acetificacion.

Fermentacion vinosa.

Fermentacion en vasos abiertos.

En una palabra, se quiere hacer estensivo á la fermentacion del mosto de la uva el procedimiento que tan buenos resultados suministra á los fabricantes de cerveza de Baviera, cuyos mostos sin disputa alguna son mucho mas alterables, pero con los cuales obtienen cervezas que se conservan largo tiempo, á pesar de ser estas bebidas de mas facil alteracion que los vinos ordinarios. Y tal es el esmero que ponen en sostener la temperatura indicada, que en verano dentro de las grandes bodegas donde fermentan los mostos, se colocan montones de hielo en puntos determinados, para que derritiéndose lentamente se mantenga el ambiente en ellas lo mas frio posible mientras tiene lugar la fermentacion, evitándose cuidadosamente la entrada del aire caliente del esterior. En invierno, al contrario, dejan que circule en dicho interior el aire helado del pais para conseguir el propio objeto.

Cuando vemos de otra parte que este procedimiento da tan buenos resultados en la fabricacion de la cerveza, y observamos que los ha dado no menos satisfactorios al Sr. Babo, que lo ha aplicado á la del vino tinto, el mas dificil de conservar sin duda alguna, ¿por qué hemos de dudar de las ventajas del mismo en todos los casos que pueden ocurrir en la industria de que tratamos? ¿No nos dice tambien Dumas (*), que siendo la temperatura constante durante la fermentacion en vasos abiertos, el vino tiene mas aroma (*bouquet*) y mas cuerpo? Para nosotros pues, cuando hallamos acordes estas dos autoridades tan competentes,

(*) *Chimie appliquée aux Arts*, 6.me vol., pag. 504.

Fermentacion vinosa. y por mucho tiempo rivales, no puede caber lugar á la duda sobre la preferencia que tienen las vasijas abiertas en las circunstancias indicadas Fermentacion en vasos abiertos. sobre las cerradas. Ni menos nos sorprende el ver que el Baron de Liebig, entregándose por un momento á su buen humor, á la vez burlon y un tanto sarcástico, haya ridiculizado el aparato de Mlle. Gervais de una manera que no da prueba de mucha galantería con el sexo bello.

Por lo demás, está claro que si el cosechero se decide por este procedimiento, deberá renunciar el aumento de temperatura para acelerar la fermentacion, que hemos indicado en el párrafo anterior debia emplear alguna vez para hacer que marchara mas rápida, suponiendo que siguiese el procedimiento general. El mosto en este caso tardará un poco mas en concluir la primera fermentacion, pero en cambio el vino resultante tendrá una duracion mucho mas asegurada. Escusado es decir que las cubas ó lagares á su vez nunca deben llenarse del todo con el mosto, sino mas bien hasta los $\frac{8}{10}$ de su capacidad, para evitar que rebosen por efecto de una fermentacion demasiado activa.

La adicion del aparato de Mlle. Gervais y otros parecidos, á su vez, tenia por objeto principal impedir la pérdida de espíritu de vino que se volatiliza durante el aumento de temperatura que tiene lugar cuando fermentan grandes masas de mosto, como Chaptal lo habia demostrado ya mucho antes; pero esta pérdida en principio espirituoso desaparece por completo si se puede conseguir que la fermentacion se efectue á la baja temperatura que se ha indicado. El vino entonces tendrá una mayor duracion, y al mismo tiempo se evitarán las pérdidas mas ó menos sensibles de su parte espirituosa, consiguiéndose este resultado, que tanto nos aconseja el ilustre autor de *L'Art de faire le vin*.

En conclusion, observaremos por último que el Príncipe de Meternich ha mandado últimamente repetir en sus célebres viñedos de Johannisberg los ensayos que ya antes habian sido practicados por los cosecheros Crasso y Babo de Baden. Estos ensayos tuvieron lugar en seis pipas distintas, de la cabida de 1.200 botellas cada una. Comunicaban con el aire por una abertura cuadrada de seis pulgadas de lado, que solo estaba cubierta con un pedazo de lienzo grueso de lino, para

impedir la entrada ó caida en el interior de los cuerpos que podian ser arrastrados por el aire. El vino resultante, siendo de color, poseia mejores cualidades que el que se obtenia en vasijas cerradas que solo tenian un tubo de vidrio para dar salida al ácido carbónico; pero si el vino que se obtenia era blanco, en este caso se resentia visiblemente su *bouquet*, que nunca era tan fino y delicado como el de los mismos vinos fabricados en vasijas cerradas. Segun lo cual vemos, que los partidarios de ambos sistemas de fermentacion tienen fundados motivos para sostener el suyo respectivo, segun fuesen las clases de los vinos que fabricaren. Fermentacion vinosa.

34. Cuando ha terminado la primera fermentacion activa ó tumultuosa, se trasiega el vino para envasarlo. Se conoce que ha llegado este momento: 1.° porque ha cesado el ruido ó el hervor que hasta entonces se habia percibido; 2.° porque tampoco se notan en la superficie del líquido las burbujas del ácido carbónico que venian reventando en ella desde el momento en que empezó la fermentacion; 3.° porque el caldo resultante ha perdido de una manera mas ó menos completa su sabor dulce, siendo reemplazado por el vinoso, así como por el olor del propio nombre; 4.° porque ha disminuido sensiblemente su densidad, siendo la del agua, ó tal vez inferior, mientras que al principio el mosto marcaba 12, 15 ó mas grados areométricos; 5.° porque el líquido se ve tranquilo, sin movimiento alguno y trasparente. Algunos dan por terminado este primer período cuando ha desaparecido el azucar del mosto primitivo; pero si esta prueba puede serlo tratándose de los vinos comunes, nunca podrá aceptarse en los casos en que se fabriquen vinos dulces y generosos, como algunos de los mas celebrados de Alicante, de Málaga y de Jerez mismo, así como del *supurado* de la Rioja. Por esto nos atendríamos nosotros, como mejor prueba, al momento en que ha cesado el desprendimiento visible de las burbujas gaseosas en la superficie del caldo, presentándose este claro y trasparente. Llegado este período, efectuaríamos el trasiego. Trasiego del vino.

No olvidando que el vino retiene todavía disuelto algo del fermento soluble, de la *gliadina* de Taddei, susceptible de oxidarse por el aire y de precipitarse, si bien provocando una segunda fermentacion en el ¿Como se trasiega el vino?

Fermentacion vinosa.

vino mismo, que podrá terminar con la acetificacion, procuraríamos que el trasiego este tuviese lugar con el menor contacto posible del aire. Al efecto rechazaríamos por completo el uso de los cubos con los cuales todavía en varios puntos se saca el vino de los vasos en que ha fermentado, empleando en su lugar la llave que hemos dispuesto en el fondo de los mismos, y un largo tubo de goma elástica volcanizada que lo conduciria directamente á los toneles en que ha de efectuarse el envase. De este modo se evitaria en gran parte la accion oxidante de dicho aire, tan perjudicial á la conservacion del vino. Pero como el primer chorro de este sale siempre mas ó menos turbio, no aplicaríamos á la llave el tubo de que se trata mientras no saliese el líquido bien trasparente. El producto turbio lo guardaríamos por separado en un pequeño tonel, donde sedimentaria pronto, y luego se consumiria. Si es posible, se trasegará en dia fresco.

35. Por separado guardaríamos tambien el vino que se obtiene por la presion del escobajo, si el mosto hubiese fermentado en su presencia, por ser dicho vino mas rico en materia colorante y en principio curtiente. Este vino se consumiria aparte, si es que no se necesitara del mismo para añadir al que se decantó un poco del principio curtiente indicado con el fin de asegurar su conservacion.

Azufrado de los vasos en que se guarda el vino

36. En cuanto á los vasos en que se guarda el vino, los *azufraríamos* constantemente antes de llenarlos. Este azufrado tiene lugar haciendo arder en su seno una mecha ó candela que se sumergió en el azufre fundido y se impregnó del mismo, lo propio que sucede cuando se fabrican velas de sebo. Esta candela tiene en su base un lazo con el cual se mantiene suspendida de un palo, etc. en la boca del vaso, procurando descienda todo lo mas hasta el ¼ superior de este, una vez se le ha prendido fuego. Entonces, si no hay renovacion del aire en dicho vaso, solo el que contiene alimenta la combustion del azufre, resultando de aquí que todo su oxígeno se halla reemplazado especialmente por el ácido sulfuroso, que es uno de los cuerpos que mas se oponen á la fermentacion alcohólica. Por lo mismo, á fin de mejor asegurar la desaparicion del oxígeno por este medio, procuraríamos que dicha mecha fuese bastante grande para que no pudiese arder del

Fermentacion vinosa.

todo con el oxígeno del aire del vaso, retirándola del interior de este tan luego como se apagare. Acto contínuo tendria lugar el envase. Por lo demás, con el fin de impedir que caigan en el tonel que se azufra de este modo, algunas gotas de azufre fundido, es preciso mantener suspendido por medio de alambres (á la manera de una lámpara) un platillo de palastro ó de hoja de lata debajo de la mecha que arde, ó hacer que la combustion tenga lugar dentro de una especie de dedal de barro, lleno de agujeros en las paredes laterales y cerrado enteramente por el fondo, que se mantiene suspendido en el tonel del modo indicado. De este modo, no solo se recoje en él el azufre que se derrite y cae, sino tambien los resíduos carbonosos de la mecha. Esta es una modificacion que nunca debe olvidarse, y sin embargo de lo sencillo y espedito que es el realizarla, la descuidan en muchos puntos de nuestro pais.

Azufrado del vino.

Hay todavía otros varios medios para llevar á cabo este azufrado. Uno de ellos consiste en llenar del todo primero el barril ó la pipa; luego se le quita ó vácia el $\frac{1}{4}$ de su contenido por la llave; se hace un agujero en uno de los fondos junto al nivel del vino con un barreno grande; de por fuera se presenta á este agujero una mecha azufrada encendida y se sigue sangrando el vino. La aspiracion ó vacío que se efectua por el derrame de este, hace que entre en el tonel el ácido sulfuroso producido por la mecha que arde enfrente del agujero practicado, de suerte que cuando habrá salido el vino por completo, puede asegurarse que ha sido reemplazado en el tonel por su volumen de dicho ácido sulfuroso, y esto dejando á un lado el que se disolverá en la superficie del mismo vino, y en el que queda mojando las paredes de vaso que se vacia. Sacada la mayor parte del vino, y reemplazado en el tonel por el gas sulfuroso, y cerrado el agujero que le diera entrada, se agita bien en todos sentidos para que se disuelva el gas en el poco vino que quedó, llenándole acto contínuo con el que se sacara al principio. Estas mismas operaciones se repiten segun los casos hasta dos y tres veces, siendo siempre proporcionalmente mayor la cantidad de ácido sulfuroso que por su medio se añade al vino, y quedando mas asegurada por lo tanto su conservacion.

Fermentacion vinosa.

Azufrado del vino.

Otras veces se satura á este fin una ó mas pipas de vino con el ácido sulfuroso. El vino resultante tiene mal sabor y está á cubierto de toda ulterior fermentacion. Este vino se reparte entonces en pequeñas porciones en las pipas que se llenan con el que se trasiega, con lo cual se logra el resultado que se busca de una manera á nuestro modo de ver mas segura, espedita y económica que por el medio anteriormente indicado.

57. Empléase, por último, tambien á veces una disolucion saturada de bisulfito de cal, que se reparte en las pipas que se van llenando en la cantidad que la esperiencia en pequeño aconseja ser indispensable para asegurar la duracion del vino, evitando al propio tiempo el sabor á azufre que un esceso de dicho cuerpo preservador podria comunicarle. En este caso, lo mismo que en el anterior, se procura agitar bien el contenido de la pipa ó bota en el acto de añadirle las disoluciones de que se trata.

Empleando el bisulfito de cal se consigue al propio tiempo un doble objeto: 1.° se neutraliza con la cal una porcion de los ácidos libres que constantemente contiene el vino, y forman (escepto el poco del acético que tambien pudiera contener por efecto de una fabricacion viciosa) con ella sales insolubles (tartrato, malato calizo); 2.° se pone en libertad en el seno del caldo el ácido sulfuroso, asegurándose de este modo su duracion. Este medio, que un digno miembro del ilustre Colegio de Boticarios de Madrid ha logrado acreditar en algunos vidueños, bien que importado de Francia, ha sido recibido con general aceptacion.

El azufrado, por lo demás, sea el que fuere el medio de realizarle, constantemente contribuye á descolorar los vinos al propio tiempo que á su conservacion. Los tintos añejos toman un color amarillento, y los tintos recientes un viso rosado; todo lo cual está muy conforme con la propiedad que tiene el ácido sulfuroso de destruir las materias colorantes. Si el vino se conserva mejor cuando azufrado, se debe á la afinidad que media entre el ácido sulfuroso y el oxígeno del aire para convertirse en sulfúrico. Sustraido dicho oxígeno no tendrán lugar nuevas fermentaciones, ó será la segunda y lenta mas paulatina é igual, como se busca.

De otra parte, el ácido sulfúrico que, como consecuencia del azufrado, se forma en el vino, reaccionará sobre el bitartrato de potasa que éste siempre contiene, resultando de un lado sulfato de potasa, y quedando de otro ácido tártrico en libertad, que contribuirá á la formacion ó desarrollo del *bouquet* del vino (25 *bis*). Fermentacion vinosa.

Por lo demás, en vez de emplear mechas azufradas, otras veces se toman cintas ú tiras de lienzo de unos cuatro centímetros de ancho, que han sido bañadas en el azufre fundido y constituyen como una lámina de este cuerpo. Al proceder al azufrado se corta el pedazo que se calcula se necesita, se sujeta al estremo de un alambre de hierro, y se le hace arder del modo indicado. Al azufre, en fin, con que se da el baño á las mechas, añaden algunos, cuando fundido, un poco de alguna sustancia aromática, como el clavillo, el gengibre, la canela, el lirio de Florencia, las flores de espliego, tomillo, mejorana, etc., convertidas en polvo fino. Como el azufre funde á + 112°, incorporándole dichas sustancias rápidamente en el momento en que se va á dar el baño á las mechas, no pierden sensiblemente su aceite esencial, que se volatilizará luego en gran parte cuando se quemará la mecha, y producirá una atmósfera mas ó menos aromática, que contribuye á mejorar mas tarde el aroma del vino, si se procede con prudencia. Pero esta adicion de sustancias aromáticas no tendrá lugar si ya se hubiesen empleado antes al fermentar el mosto, como va indicado (25 *bis*), y como es mas prudente que se haga.

38. Escusado es decir que las pipas, barriles, toneles, tinajas, etc., que se usaren para el envase del vino, deben estar muy limpias, y libres de toda acidez si han servido otras veces. Siendo de madera y nuevas, deben rociarse interiormente con agua hirviendo, se cierran bien y agitan en todos sentidos para asegurar su lavado. Se hace este con dicha agua hirviendo, á fin de quitar á la madera los principios solubles, que de lo contrario comunicarian al vino el sabor llamado ya de *madera* ó *tonel*. Aconséjanse para evitar este muchos otros medios, pero ninguno de ellos es tan espedito como el lavado indicado. Y de todos modos, *un tonel nuevo debe llenarse siempre con vino del año, y nunca con otro añejo*. Si el tonel fuese viejo se le quita uno de sus fondos, se levantan las cos- Vasos para conservar el vino.

Fermentacion vinosa.

tras de tártaro separándolas con cuidado de todo su interior, se coloca de nuevo el fondo levantado, y acto contínuo se lava tambien con agua en abundancia, y mejor si es templada. Es bueno introducir en el tonel que se lava una cadena de hierro, la cual, rozando contra las paredes interiores al agitarle, hace desprender los cuerpos estraños que contra las mismas estuviesen adheridos, y tambien las costras del tártaro cuando hubiese ya servido en envases anteriores.

Vasos para conservar el vino.

Los vinos generosos y añejos se guardan siempre en pipas ó toneles que nunca se vaciaron completamente, y que por lo mismo contienen el sedimento, la *madre*, de muchos años. Cuando se saca vino de uno de estos toneles, acto contínuo se rellena con el que nos proponemos conservar y mejorar con el tiempo; de suerte que entonces nunca se vacian por completo, rellenándolos con los vinos recientes tan luego como se sangró parte de su contenido para llenar botellas, etc. Al vino que se saca se le suele dar la fecha de las *madres*. De aquí los vinos á que se atribuye una antigüedad ó vetustez que de hecho nunca tuvieron.

No es indiferente, de otra parte, la clase ó especie de madera con que se fabrican las pipas ó toneles, para la mejor conservacion de su contenido. Desde luego la del roble es la preferible; mas es de observar que no todos los robles suministran duelas de buena calidad para la fabricacion de estos vasos. Segun trabajos importantes de diferentes químicos, la madera del roble cede á los disolventes cera, qüercina, qüercitrina (una materia colorante amarilla), ácidos tánico y gállico, albúmina vegetal, principios mucilaginoso y estractivo, etc. La qüercina se disuelve facilmente en el alcohol y en el éter, pero muy poco en el agua; se encuentra en cantidad varia en todas las diferentes especies de robles, y goza de un olor particular, agradable y balsámico, que es el que despiden las maderas de esta procedencia, y olor que no dejará de influir en el del primer vino que se pondrá en los toneles.—La qüercitrina, de color amarillo, goza de la propiedad singular de desdoblarse en azucar de uvas y en *qüercetina*, por la fijacion de los elementos de dos equivalentes de agua. Esta qüercetina es una materia pulverulenta, de color amarillo de limon, inodora é insí-

pida, facilmente soluble en el alcohol y poco en el agua. De manera que, así la qüercitrina como la qüercetina que de ella puede derivarse, siendo las dos solubles en la parte espirituosa del vino, y gozando de un color propio, influirán con él en el del vino.—El principio astringente de esta madera, dominando sobre la albúmina de la misma, y siendo soluble en el agua, contribuirá á dar un sabor áspero al vino con el esceso del mismo que no fijare la albúmina mencionada para formar un tannato de esta.—El principio estractivo á su vez, tambien soluble en el agua, está caracterizado en el roble por un sabor de los mas amargos, que no podrá menos de percibirse en el vino.

Fermentacion vinosa.

Vasos para conservar el vino.

Pero ya se ha dicho que estos principios se encuentran en cantidades varias en los robles ó duelas de diversa procedencia. Asi es que, segun trabajos de Fauré (*), el serrin ó el polvo del roble procedente de Danzig y de Stettin, puesto en contacto con los vinos blancos de la Gironda por espacio de ocho dias, no los coloran en lo mas mínimo, y les comunican un sabor balsámico debido á un poco de qüercina que se disuelve; al paso que los mismos vinos, tratados de la misma manera con el serrin de roble de Memel, Lubeck y de Riga, tomaron un color muy intenso y un sabor astringente tan pronunciado (á causa del mucho tanino ó principio curtiente disuelto), que no se percibia en lo mas mínimo el balsámico de la qüercina, único que en el caso anterior dominaba. El roble americano no cambió en lo mas mínimo el color, el olor y el sabor de estos vinos blancos cuando se hizo macerar en su seno en pequeñas astillas: puesto en polvo, solo le comunicaba un ligerísimo gusto ó sabor amargo. En cambio el roble de Bosnia (recibido por el mar Adriático) comunicó al vino blanco una cantidad tan abundante de principio astringente, que oxidándose luego por el contacto del aire, el vino se ponia enteramente negro. Rechazando desde luego este roble en la fabricacion de toneles para envasar el vino, es claro que debe preferirse, en el caso que nos ocupa, el de procedencia americana, y despues el de Danzig y el de Stettin. Preferiríamos el americano, porque no comunica al vino color, olor ni

(*) *Agriculteur praticien*, 1852, p. 125.

Fermentacion vinosa.

Vasos para conservar el vino.

sabor alguno; renunciando al sabor mismo balsámico debido á las maderas de Danzig y Stettin, por cuanto el vino, en lo posible, no debe poseer mas sabor que el que le es propio.

Es claro, por lo demás, que los vinos tintos hasta cierto punto no sufrirán de una manera tan ostensible como los blancos las consecuencias del envase que nos ocupa, por cuanto el poco sabor astringente y el color mismo que pueden recibir del roble, serán disimulados por el sabor y el color que les son peculiares. Pero si el roble ha sido bien elegido, y la pipa ó tonel se ha lavado del modo que va dicho, el influjo de la madera sobre el vino será muy poco sensible, si es que llega á distinguirse, y se limitará al primero que se envase.

Observaremos tambien que no es indiferente la época en que se cortó el roble de que se hacen las duelas con que luego se construyen los toneles. En Westfalia (Prusia) se acaban de hacer curiosas observaciones para esclarecer la influencia que podia tener esta corta respecto de las cualidades de las duelas resultantes. Se cortaron dos robles de la misma edad, de igual grosor, y que habian crecido uno al lado del otro, el primero á fines de diciembre y el segundo á últimos de enero. Hechas duelas con su madera se construyeron dos toneles, empleando en cada uno solo las duelas de uno de ellos. Los dos toneles, de la capacidad de 300 litros, se colocaron uno al lado del otro en una bodega á igual distancia de las puertas y de las ventanas; se llenaron á la vez con el mismo vino, y trascurridos un año y un dia se vaciaron, midiendo exactamente su contenido. El que procedia del roble cortado en diciembre solo habia perdido 5$^{lit.}$,4, al paso que al otro le faltaban 26$^{lit.}$,7, ó sea: el primero habia esperimentado la pérdida de 1'8 por 100, y el segundo la de 8'9 por 100 del total de su contenido. La mayor pérdida supone una mayor evaporacion en la superficie del vaso, y esta mayor evaporacion una escesiva porosidad, que es causa de una menor resistencia, y por lo tanto de una menor duracion de parte de la madera que la posee. Esta observacion no deben olvidarla nunca los silvicultores para cortar en la sazon mas conveniente, así los robles que destinan á la fabricacion de las duelas mencionadas, como

las otras especies forestales que en general figuran como maderas de construccion. Fermentacion vinosa.

La pipa ó el tonel de madera es sin disputa alguna el vaso mas acomodado para el vino; pero sean los que fueren la forma y el material con que se construyan, deben tenerse siempre bien llenos, y cerrada la abertura para evitar la entrada y el contacto del aire.

39. De todos modos, es lo cierto que poco despues de efectuado el envase, el vino reciente ó del año esperimenta una segunda *fermentacion* llamada *lenta* ó *insensible*, pero cuya marcha se aprecia perfectamente. Entonces, en efecto, es facil notar ó percibir cierto ruido dentro de los toneles ó vasijas, motivado por las burbujas del ácido carbónico que siguen desprendiéndose y subiendo á la superficie, y forman la espuma subsiguiente que se vierte ó rebosa por la abertura superior, que no opone gran resistencia á su salida, si bien priva la entrada del aire. Algunos cosecheros se contentan con aplicar un pámpano de la vid y una teja encima de dicha abertura, para que pueda tener una salida mas espedita la espuma de que se trata. Fermentacion lenta del vino en los vasos.

La salida de esta espuma levantada por el ácido carbónico que se desprende, bien proceda del que el vino mantiene disuelto y se formó en la primera fermentacion, bien del que se desarrolla durante la segunda ó lenta, y el impregnarse de vino la madera (siendo los vasos de esta), hacen por lo mismo que el nivel interior de las pipas disminuya sensiblemente. De aquí la necesidad de rellenarlas continuamente. Esta operacion tiene lugar cada dia durante el primer mes del envase, cada cuatro dias en el segundo y cada ocho de aquí en adelante, hasta llegar el momento en que el vino se decanta ó trasiega en otros toneles. Claro es que para atender á esta operacion, ha debido reservarse en un tonel separado la suficiente cantidad del vino mismo que se fabrica.

Cada vez que se rellenan las vasijas, se debe observar cuidadosamente si en la superficie de su contenido aparecen las llamadas *flores del vino*. Si así fuere, esta operacion deberá efectuarse procurando que dichas flores no se mezclen con el vino, antes bien sean arrojadas fuera del vaso. A este fin, el modo mas sencillo que se puede seguir

Fermentacion vinosa.

Fermentacion lenta del vino en los vasos.

consiste en tomar un tubo ó cañuto recto de hoja de lata, abierto por ambos estremos, de cosa de media vara de largo y de un diámetro tal que pueda cerrarse bien con el pulpejo del dedo pulgar. Cerrado este estremo con el dedo pulgar de la mano con que se coje, se introduce por el otro dentro del líquido; se aplica luego en el que queda fuera el pico de un embudo, y por este se añade en seguida el caldo necesario, hasta que rebosando un poco el líquido, sean arrojadas las flores de que se trata. De esta manera, el líquido que se añade se mezcla con el de la pipa á la profundidad á que alcanza el estremo sumergido, se evita su choque con la superficie del mismo, y se arroja por completo cada vez una causa de vicio, cual es la presencia de las flores indicadas. No es regular que estas se presenten mientras las pipas se rellenan diariamente, por no trascurrir tiempo bastante para su formacion; pero es muy posible que esta tenga lugar cuando pasan cuatro y mas dias antes que de nuevo se rellenen.

Terminada esta fermentacion insensible, el vino, que durante la misma habia estado siempre turbio y revuelto, se aclara, depositando las *heces*. Estas se hallan formadas sobre todo por el tártaro, que es siempre menos soluble en un líquido que va enriqueciéndose en alcohol, y perdiendo el agua que absorbe la madera y se evapora en la superficie de la misma, á donde llega por la capilaridad; restos de hollejo y fibra vegetal arrastrados por el vino primitivo; la gliadina ó fermento oxidado é insoluble, causa (cuando disuelto) de la segunda fermentacion; mucha materia colorante; tartratos de cal, magnesia y varias otras sales, como cloruros, sulfatos, etc.; bien que son siempre los tartratos, especialmente el bitartrato de potasa, los que dominan.

Pero téngase bien presente, que si la vinificacion ó fermentacion primitiva del mosto tiene lugar por el método recomendado por el Baron de Liebig, entonces la segunda fermentacion será mucho mas lenta y menos tumultuosa, por haber desaparecido durante la primera la mayor parte de esta gliadina ó fermento soluble.

De todos modos, el vino no está concluido hasta que la segunda fermentacion ha tenido lugar, desapareciendo bajo su influjo el sabor dulce que antes tenia, debido á un poco de azucar por descomponer

que conservaba. Al propio tiempo posee entonces bien pronunciado el sabor vinoso, y no tiene un color tan intenso (si fuese tinto, bien entendido). Pasada esta fermentacion, pues, es cuando se consume el vino siendo de todo pasto, ó cuando se dispone para una conservacion mas prolongada si fuere de lo generoso. Fermentacion vinosa.

40. Es una malísima costumbre á nuestro modo de ver, el dejar que las espumas con algo de vino que se vierte durante esta segunda fermentacion, se derramen por la superficie misma del vaso en que tiene lugar. Concíbese fácilmente que acedándose en dicha superficie, tendremos una fuente ó produccion contínua de vinagre, cuya presencia por ningun concepto es favorable á la buena calidad y conservacion del vino. Quisiéramos pues que los cosecheros dispusiesen en derredor de la abertura de los toneles por donde sale dicha espuma, una especie de doble embudo con su pico horizontal que condujera lo que sale ó vomita la pipa, á un pequeño depósito ó vaso donde se recojiera. Este embudo, que se halla representado en la lámina final, evitaria de un lado el grave riesgo que se corre con la presencia del vinagre encima y en derredor de los vasos de que tratamos, y al propio tiempo permitiria aprovechar la materia que sale de las pipas en la fabricacion del vinagre mencionado. Precaucion indispensable durante la fermentacion lenta.

41. Es indudable que los vinos generosos, y todos los que se conservan y mejoran con los años, esperimentan todavía una tercera fermentacion, mucho menos aparente ú ostensible que la de que acabamos de hablar. Nos lo dice desde luego la contínua desaparicion de su sabor dulce, y el volverse siempre mas generosos. La causa que preside esta nueva fermentacion latente, si así podemos llamarla, reside sin duda alguna en las heces ó madres del vino, donde se encuentra el fermento insoluble. Este, á nuestro modo de ver, debe gozar de la misma propiedad que la *levadura inferior de la cerveza*, mas remisa ó menos pronunciada todavía que la de esta si se quiere, por lo cual desarrolla ó provoca una fermentacion menos activa que la indicada levadura. Así se comprende entonces la mejoría que adquieren con el tiempo los vinos á que aludimos. Fermentacion latente ó insensible.

Fermentacion vinosa.

## Reformas capitales que deben introducirse en la fabricacion de los vinos.

Reformas capitales para la fabricacion de los vinos.

42. Indicada la marcha general que se sigue en la fabricacion de los vinos, y espuestas las teorías ó reacciones á que deben su origen, es llegado el caso de indicar algunas reformas (además de las que van espuestas), que á nuestro modo de ver contribuirian en gran manera á dar una marcha mas científica y metódica á la fabricacion que nos ocupa.

Puesto que sabemos ya que el azucar de uvas representa el principal papel en la vinificacion, lo primero que el cosechero debe conocer es la cantidad del mismo contenida en los mostos. Sabido es que estos no siempre son igualmente ricos en dicho principio. Un verano muy llovedizo, una otoñada nublada ó abundante en nieblas, una situacion y esposicion del vidueño no muy favorables para el cultivo de la vid, son causas que modifican grandemente la composicion de los mostos, y que afectan de una manera especial al azucar que deben contener. Si este es menos abundante, naturalmente está indicada la adicion del principio azucarado en la cantidad necesaria para obtener un vino de mejor calidad del que el mosto por sí solo suministraria. Este es un principio conocido de todos tiempos y en todos los paises.

Mejoramiento de los mostos.

En el nuestro á su vez es bastante general el método que entonces se aconseja como preferible. Lo mas sencillo y natural, como ya queda indicado, consiste en el asoleo de la uva antes de pisarla. Separándose por este medio una buena parte del agua de vegetacion, está claro que el mosto que mas tarde se obtendrá con las uvas asoleadas, será tanto mas rico cuanto mas largo hubiese sido el asoleo. Este medio lo conocian ya los griegos.

Otras veces se acude á la concentracion de una parte del mosto por el fuego, formando entonces el arrope ó *mostillo*, que se añade luego en cantidades determinadas al mosto natural. Tambien este medio es bastante general, pero á la verdad no tan bueno como el primero, por

cuanto efectuándose dicha concentracion á fuego directo, es facil que el mosto se queme un poco si hay el menor descuido, y de seguro entonces el sabor empireumático (á quemado) se dejará reconocer por un paladar esperimentado en el vino resultante. Algunos de Málaga mas de una vez han llevado este sello de una viciosa fabricacion. Fermentacion vinosa. Mejoramiento de los mostos.

A falta de mostillo y del asoleo mismo de la uva, por no convenirnos disminuir la cantidad del caldo, mejoramos su calidad con la adicion directa del azucar. El digno farmacéutico y no menos digno profesor de Historia Natural de Logroño, Sr. D. Ildefonso Zubia, obtiene un escelente vino blanco para todos los usos en que necesita de este escipiente, añadiendo al mosto obtenido con la uva blanca despalillada una libra de azucar terciada por cántara del mismo. El vino que obtiene es escelente, y nada inferior al vino supurado de la Rioja, que se obtiene con el mosto de la uva de mejor calidad dejada asolear por un tiempo, y que es muy buscado como vino de postres ó licoroso. El ejemplo de dicho profesor Zubia va dando ya los mejores resultados en la Rioja.

Los vinos de Jerez, como queda dicho, proceden en su mayor parte de los mostos obtenidos con las uvas que han estado en el almijar, siendo entonces otros tantos vinos supurados de la Rioja.

43. Pero en estas mejoras ó reformas se procede siempre poco menos que de una manera rutinaria. Si llovió mucho se dejan las uvas en el almijar mas tiempo que si llovió poco, y menos que cuando no llovió nada en los últimos tiempos en que permanecieron en las cepas; ó en vez de esta operacion se les añade mas ó menos mostillo ó azucar, segun sean el buen criterio y la mayor ó menor esperiencia del cosechero.

Con el fin de metodizar este conocimiento, aconsejaba Prout en los cuatro primeros años del siglo actual, durante los cuales hizo esperimentos para determinar la riqueza de los mostos de nuestro pais (*), el uso del areómetro. He aquí algunos de los resultados que obtuvo.

---

(*) *Lecciones de Agricultura* por Don Antonio Sandalio de Arias y Costa, t. 2, pag. 195.

Fermentacion vinosa.

Mejoramiento de los mostos.

El mosto de la uva *moscatel* de Fuencarral señalaba 14° en el areómetro, y contenia 24 por 100 de mostillo ó arrope convenientemente concentrado.

El de la uva *jaen* señalaba 13° en dicho instrumento, y dió 22 por 100 de mostillo: esto sucedia en 1801, en que la uva no alcanzó una buena maturacion.

| En 1802. | AREÓMETRO. | MOSTILLO. |
|---|---|---|
| Moscatel de Fuencarral. . . | 17° | 32½ por 100 |
| Uva albilla. . . . . . . . . | 13° | 24 |
| Tinto aragonés. . . . . . . | 14° | 25 |
| Uva jaen. . . . . . . . . . | 13° | 23 |
| En 1803. | | |
| Moscatel de Fuencarral. . . | 17° | 32½ |
| Albilla. . . . . . . . . . . | 15° | 25 |
| Tinto aragonés. . . . . . . | 15° | 26 |
| Jaen. . . . . . . . . . . . | 12° | 21½ |
| En 1804. | | |
| Moscatel de Fuencarral. . . | 16° | 30 |
| Albilla. . . . . . . . . . . | 15° | 26 |
| Tinto aragonés. . . . . . . | 17° | 30 |

Segun estos números, tenemos que mostos que marcan la misma densidad dieron cantidades de mostillo ó arrope muy variables, lo cual nos dice desde luego que este medio de determinar la riqueza de un mosto dista mucho de ser exacto. Además, esta densidad está dada por cualquier cuerpo disuelto, como se sabe. No sería dificil encontrar algun mosto de los que dan el *chacolí* de Navarra, que tuviese una densidad bastante parecida si no igual á la de otros con los cuales se obtienen escelentes vinos de la Rioja, y todos los conocedores saben la diferencia que hay entre dichos vinos. Sea el azucar de uvas, ó sean principios ácidos, astringentes, mucilaginosos y fermentescibles los que contiene el mosto, como sean sólidos, todos aumentan su densidad; de donde se deduce que la determinacion de esta, sea con el areómetro, el *gleucómetro*, *mostímetro* ó con el instrumento que fuere, nunca nos dará el conocimiento exacto del principal agente de la vinificacion.

## Determinacion del azucar contenido en los mostos.

44. Y sin embargo, no es dificil determinar la cantidad del azucar contenido en el mosto desde el momento que recordamos el medio tan sencillo como espedito que se emplea para conocer la riqueza sacarina de los zumos de caña ó de remolacha que se utilizan en la fabricacion del azucar comun; siendo todavía de mas facil solucion el problema en nuestro caso, por cuanto en los mostos solo tenemos que determinar una variedad de azucar, ó sea la de uvas, por tener dichos líquidos constantemente una reaccion mas ó menos ácida. Prueba del azucar en los mostos.

Entonces, pues, no tenemos que hacer otra cosa mas que practicar la prueba que nos aconsejó Barreswil, y que muy luego perfeccionó Fehling, sacando partido de la accion reductora de que goza en alto grado la glucosa, y que Trommer descubrió por primera vez. Probó este químico en efecto, que siempre y cuando una disolucion cúprica alcalina se hierve con otra que contenga azucar de uvas, desaparece el color azul característico de la primera, precipitándose por completo el cobre en estado de óxido cuproso.

45. Segun Fehling, pues, empezaremos preparando la disolucion normal de la sal cúprica. Para ello tomaremos: Líquido ó disolucion normal.

Sulfato de cobre cristalizado. . . . . . 40 *gramos.*
Agua, unos. . . . . . . . . . . . . . . . 160 »

y disolveremos. De otra parte se toman:

Tartrato neutro de potasa. . . . . . . 160 »
Agua, la bastante para disolver esta sal:

esta disolucion se mezclará con la primera. Al todo luego se le añadirá:

Lejía de sosa de la densidad de 1‘12. . . *de* 600 *á* 700 *gramos.*

Por fin, se harán con el producto y el agua destilada necesaria 1154‘4 centímetros cúbicos de esta disolucion normal, trabajando á la temperatura media de +15° centígrados. El litro (los 1000$^{c.c.}$) de esta disolucion contiene 34‘650 de sulfato cúprico, los cuales necesitan 5 gramos de azucar de uvas seco para precipitar todo el cobre en estado de

Fermentacion vinosa.

óxido cuproso; ó, si se quiere, 10 equivalentes de dicho sulfato =1247'5 necesitan 1 de azucar de uvas=180 (17) para que se precipite todo el cobre en el estado mencionado de óxido cuproso. En efecto:

34'650 : 5=1247'5 : 180, ó bien =6'93 : 1.

Segun lo cual, 10$^{c.c.}$ de disolucion normal de cobre corresponden á 0'050$^{gram.}$ de azucar de uva seco.

Determinacion del azucar de los mostos.

46. Una vez preparada la disolucion normal, nada mas facil ya que la práctica ó el ensayo para determinarelazucar contenido e n el mosto que ensayamos. Se toma un peso dado del mismo y se diluye en un volumen conocido de agua, de manera que la disolucion resultante no contenga aproximadamente mas de 1 por 100 de azucar, de suerte que, por ejemplo, 10 gramos de zumo de uva ó mosto sirven entonces para formar 200$^{c.c}$ de este líquido diluido. Por otro lado se toman 10$^{c.c.}$ de disolucion normal de cobre; se les añaden 40$^{c.c.}$ de agua en una capsulita de porcelana ó en un vaso de vidrio acomodado, de una capacidad cuando menos séxtupla; se pone á hervir, y se le añade de la primitiva disolucion azucarada ó del zumo estendido en agua, por medio de una bureta la cantidad necesaria hasta que todo el óxido cúprico se haya precipitado en estado de óxido cuproso. La precipitacion de este se anuncia porque el líquido se enturbia desde un principio presentando una tinta verdosa, que hirviendo contínuamente toma diversos matices de verde y pardo, hasta que al fin el polvo que se reune en el fondo presenta un color rojo de aurora ó de bermellon, que es el del óxido cuproso. Se añade, pues, disolucion del zumo en nuevos tiempos y fracciones mientras se ve que el líquido tiene color azul marcado de la sal cúprica. Pero la mejor señal consiste en añadir al líquido que ha depositado en su fondo el óxido cuproso rojo, y que ya no presenta un viso ó tono azulado bien reconocible, unas gotas mas del zumo diluido: si todavía contiene algo de sal cúprica por reducir, se ve aparecer al momento una nubecilla ó ligero enturbiamiento de color amarillo claro, característico del hidrato de óxido cuproso, que por la ebullicion pasa á óxido anhidro de dicho color rojo de fuego ó aurora. Deben pues renovarse por tiempos y con cuidado las adiciones de pequeñas cantidades de líquido azucarado mientras se notare la apa-

ricion de dicho enturbiamiento, y continuarse luego el hervor como al principio; siendo de advertir que al final de la operacion es cuando se reune mas pronto en el fondo el óxido cuproso anhidro, quedando el líquido que le sobrenada trasparente en breves instantes. Y como por este simple aspecto físico no sería facil acaso conocer cuándo la operacion ha llegado á su término, es preferible separar una gota del líquido trasparente, neutralizarla con un poco de ácido clorhídrico, y tratar luego el líquido con el ferrocianuro (prusiato) potásico, para reconocer el menor vestigio de sal cúprica por el precipitado ó coloracion de un pardo castaño ó rojizo que entonces se presenta en el caso de que exista todavía algo de sal cúprica.

Fermentacion vinosa.

Determinacion del azucar de los mostos.

Terminada la reduccion de todo el óxido cúprico, nada mas facil ahora que saber el azucar de uva contenido en la disolucion que del mismo hemos empleado. Puesto que hemos visto que para obtener este resultado con los 10$^{c.c.}$ de disolucion ó líquido normal se necesitan 0'050 de azucar de uvas, claro está que en la disolucion consumida se halla esta fraccion del principio azucarado. Y entonces, si de los 200$^{c.c.}$ de líquido que hemos preparado con los 10 gramos de mosto, solo se han consumido durante esta operacion 10$^{c.c.}$, como en estos se hallan los 0'050 de azucar, y los 10$^{c.c.}$ son la vigésima parte de 200$^{c.c.}$, el total de azucar contenido en estos estará indicado por $20 \times 0'05 = 1'00$. De donde resulta, que en los 10 gramos de mosto primitivo hay 1 gramo de azucar, ó que el mosto contiene 10 por 100 del azucar espresado.

Nótese bien que ni el tanino, ni la pectina, ni el mucílago, ni ningun otro de los varios cuerpos orgánicos contenidos en el zumo de la uva, afectan en lo mas mínimo los resultados que se acaban de indicar. El mosto tratado préviamente por el acetato básico de plomo para precipitar dichos cuerpos, etc. da la misma riqueza sacarina que antes de efectuarse dicha separacion.

Este es, pues, un medio sumamente espedito para conocer la verdadera riqueza en azucar de un mosto; espedito decimos, por cuanto la preparacion de la disolucion normal no presenta ninguna dificultad, no habiendo ningun farmacéutico que conozca su obligacion, que no pueda prepararla y espenderla hasta en los últimos puntos del pais

Fermentacion vinosa.

donde se cultiva la vid. Es mucho mas recomendable que el sacarímetro óptico de Soleil por el cual abogan algunos prácticos, de otra parte muy entendidos, como, por ejemplo, el Conde de Gasparin entre otros (*). La práctica de la operacion en sí, por su parte, dificilmente toma media hora. Las buretas graduadas en décimos de centímetro cúbico pueden proporcionarse tambien facilmente en las ciudades principales. Y no seria dificil, por último, encontrar quien se encargase de componer un pequeño estuche, donde se encontrasen reunidos todos los líquidos y materiales que necesitan los cosecheros para hacer estos ensayos, desde el momento en que lograsen merecer la sancion autorizada de la Real Academia.

Ventajas de este conocimiento.

47. Conociendo entonces el cosechero la verdadera riqueza de los mostos que se obtienen los años buenos, y anotándola cuidadosamente, conocerá del propio modo la del que se fabrica un año en que la uva no llegó á una completa sazon, ó en que cayeron abundantes lluvias, etc., cesando la fabricacion tan incierta de vinos que en el dia se observa, como nos lo dice el que la riqueza alcohólica de los de Málaga varía (segun trabajos del Sr. D. Manuel del Castillo, catedrático de química en dicha capital) entre 16 y 25 por 100, segun fuere el estado de la uva al tener lugar la vendimia. Para regularizar ó metodizar pues, esta fabricacion, uno ó dos dias antes de empezar dicha vendimia, estrujará unas cuantas uvas ó racimos de los que ya están maduros, separará su mosto, y por el ensayo indicado conocerá la cantidad de azucar que contiene. Mientras tanto dejará al asoleo otros racimos cuyo zumo estraerá y examinará al dia siguiente, y tambien dos, tres y cuatro dias despues, hasta encontrar ú obtener con las uvas mas ó menos asoleadas un mosto tan rico en azucar como suele serlo cuando los racimos sazonaron en un año ú otoño bueno. Cuando haya hecho esta esperiencia en pequeño, estará seguro de que trabajando del propio modo en grande obtendrá idénticos resultados. No cosechará vino en tanta cantidad, si se quiere, como en los años mas favorables para el sazonamiento de los racimos, pero en cambio estará seguro de que

Azucar de los mostos. Ventajas de su conocimiento.

(*) En la pág. 600 del tomo IV de su *Cours d'Agriculture. Paris*, 1848.

su calidad en nada será inferior á la del que se obtiene con estos. Los esperimentos de que tratamos, por lo demás, pueden practicarse siempre, sin que por ello tenga que demorarse el momento de la vendimia; pues es sabido que, sea por efecto de un desenvolvimiento precoz de la vegetacion, ó por una mejor esposicion, etc., en un vidueño siempre hay algunas cepas que dan frutos sazonados con anticipacion á la generalidad del plantío. Los frutos ó racimos de estas cepas, pues, son los que servirán para los ensayos de que tratamos.

Fermentacion vinosa.

Azucar de los mostos. Ventajas de su conocimiento.

Por otra parte, si se quiere mejorar la calidad del vino, prefiriendo (lo que nunca aconsejaríamos) la fabricacion del mostillo ó del arrope (para añadirlo en una cantidad determinada al zumo natural de la uva) al asoleo de que acabamos de tratar, es claro que el conocimiento del azucar contenido en el zumo este, le dirá al cosechero la cantidad del mismo que deberá inspisar ó cocer para obtener luego una mezcla con una cantidad conocida, y por lo mismo constante, de azucar. Del propio modo conocerá la cantidad del de caña (terciada) que deberá añadir á dicho mosto para obtenerle mas azucarado, caso que le tuviese cuenta esta adicion; pero no olvidando nunca lo que antes va indicado (15), y que, por lo mismo, 171 de dicho azucar representan 180 del de uvas. Teniendo conocimiento á su vez de la riqueza sacarina de los mostos de los paises privilegiados, podrá con los de otros que no lo fueren tanto, prévio el asoleo conveniente, fabricarlos de igual riqueza, aunque en menor cantidad, rivalizando los vinos que obtendrá con los que proceden de aquellos.

En este caso, sin embargo, como al mismo tiempo que el azucar, se concentra ó aumenta el ácido en la uva que no ha sazonado bien, es indispensable que se neutralice este ácido del modo que luego veremos (54), á fin de que el azucar que por este medio se añade al mosto, no vaya acompañado del esceso de dicho ácido.

Debe reprobarse por completo y en todos casos la malísima costumbre que tienen algunos cosecheros del Mediodía de España (de Málaga sobre todo), de mejorar los mostos que no son bastante dulces, con la adicion de cocimiento de higos ordinarios, de zumo de los chumbos y demás frutos parecidos; pues si bien es cierto que de este modo

Fermentacion vinosa.

añaden á los mostos alguna cantidad de glucosa, no lo es menos que al propio tiempo les añaden tambien muchos principios mucilaginosos, y pectina sobre todo, que mas tarde predisponen al vino resultante para que esperimente la llamada fermentacion viscosa, ahilándose y perdiéndose por lo mismo si pronto no se acude á contener los efectos de esta alteracion. Por último, el cosechero que destinare sus vinos á quemarlos, ó sea á la fabricacion del espíritu, conocerá anticipadamente, por el azucar contenido en los mostos que hace fermentar, la cantidad que de dicho espíritu podrá obtener (17), cuyo conocimiento le aprovechará en gran manera para el gobierno de la parte económica de su hacienda.

## Determinacion del ácido en los mostos.

Determinacion del ácido de los mostos.

48. Otra reforma capital, á nuestro modo de ver, consiste en la determinacion del ácido contenido en los mostos. Cuando las uvas no llegaron á una perfecta sazon, es sabido que en su zumo domina el ácido, y entonces está claro que la presencia de mayor cantidad del mismo en el vino resultante, hará que este sea doblemente inferior al que se obtiene con las uvas bien maduras. Por esto entendemos que es una cuestion indispensable el conocimiento del esceso de dicho ácido que en tal caso contienen los zumos, bien sea que se quiera corregir dicha acidez en el zumo, bien en el producto de la fermentacion del mismo.

La determinacion de dicho ácido es todavía mas facil que la del azucar de que acabamos de ocuparnos. Un ensayo acidimétrico bien hecho nos señala pronto la cantidad del cuerpo de que se trata.

Ante todo preparemos la disolucion normal de que debemos servirnos, y para que esté su preparacion al alcance de todo el mundo, emplearemos el carbonato sódico anhidro libre de sulfatos y de cloruros. Preferimos este cuerpo á otros que con el propio fin se aconsejan, porque es facil proporcionárnosle por medio del bicarbonato de sosa que circula por el comercio. Antes, sin embargo, nos aseguraremos de que está libre de los mencionados cloruros y sulfatos.

Una vez reconocida su pureza bajo este punto de vista, tomaremos una cierta cantidad del mismo, la pulverizaremos y someteremos luego al calor rojo oscuro en una capsulita de platino por medio de la lámpara de alcohol de Berzelius de doble corriente. A dicha temperatura, y tambien antes que sea tan alta, el bicarbonato se trasforma por completo en carbonato neutro, perdiendo de paso toda el agua de hidratacion y de interposicion que antes contenia. Cuando frio el carbonato sódico obtenido, estamos seguros de que su composicion es $=NaO, CO^2$.

Fermentacion vinosa.

Determinacion del ácido de los mostos.

Ahora tomamos del mismo una cantidad proporcional al peso de su equivalente. Siendo este

$$\left.\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l} Na = 23 \\ O = 8 \end{array}\right\} = 31 - NaO \\ \left.\begin{array}{l} C = 6 \\ O^2 \times 8 = 16 \end{array}\right\} = 22 - CO^2 \end{array}\right\} = 53 - NaO, CO^2,$$

se toman 53 gramos del mismo, y con él se forma 1 litro de disolucion normal á la temperatura media de $+15°$. Si en vez de los 53 solo tomamos, por ejemplo, 20'6, formaremos con esta fraccion una cantidad de líquido normal, que contendrá de carbonato una cantidad proporcional á la que debe hallarse en el litro antes indicado. Una proporcion sencilla nos dice entonces cuál deberá ser la cantidad de disolucion que deberemos obtener, espresada en centímetros cúbicos. Sabiendo en efecto que 1 litro $= 1000^{c.c.}$, digo:

$$53 : 1000 :: 20'6 : x;$$

$$\frac{1000 \times 20'6}{53} = x;$$

$$x = 388'67^{c.c.}$$

Vemos pues que con dichos 20'6 gramos de carbonato sódico debemos obtener 388'67 centímetros cúbicos de disolucion normal.

49. Ya preparada la disolucion acidimétrica normal, se puede pro-

Fermentacion vinosa.

Determinacion del ácido de los mostos.

ceder al exámen de la cantidad de ácido contenido en el mosto. Este ácido podrá ser el tártrico libre, ó podrá la acidez del zumo ser causada por el bitartrato potásico, y tambien podrán contribuir á la misma cantidades mas ó menos pronunciadas de los ácidos málico y racémico. Todos estos casos pueden presentarse, y hasta diremos que es muy probable suceda lo último. Para nuestro caso es indiferente, por lo demás, que sea el uno ó el otro, porque como lo que buscamos es saber la *acidez* mas bien que el ácido del mosto, para corregirla oportunamente, esta la reconoceremos por medio del líquido normal que se consumirá en el ensayo.

Procediendo ahora á la práctica de este, tomaremos del mosto con una pipeta un volumen conocido, por ejemplo $50^{c.c.}$; lo pondremos en un vaso de vidrio que pueda calentarse por su fondo, de una capacidad séxtupla cuando menos; le echaremos unas gotas de tintura azul de tornasol hasta que el líquido tome, por la accion del ácido que contiene, una tinta roja manifiesta ó bien reconocible, y luego con una bureta añadiremos por tiempos disolucion del carbonato normal hasta que el líquido tome el color azul de la tintura de tornasol, lo cual nos indicará que la operacion ha llegado á su término.

Pero, á fin de conocer bien este momento, es necesario tomar algunas precauciones. Al final del esperimento, en efecto, el líquido está saturado de ácido carbónico, el cual, combinándose con las primeras gotas de disolucion del carbonato que se añaden de mas (ya neutralizados todos los ácidos), dará origen á un bicarbonato sódico que no restablece el color azul del tornasol enrojecido por un ácido, no teniendo lugar en este caso la aparicion de este color hasta el momento en que el líquido tiene además un esceso del carbonato neutro. Entonces claro es que se emplea un esceso de carbonato ó de líquido normal para dar por terminado el esperimento, y por consiguiente se calcula en mas de lo que es la acidez del mosto. Se evita este error haciendo el esperimento á la temperatura de la ebullicion, la cual arrojará el ácido carbónico del líquido normal á medida que será descompuesto el carbonato sódico por los ácidos del mosto, y este por lo mismo nunca lo tendrá disuelto, ni podrá dar lugar á la formacion del bicarbonato

mencionado. De esta manera la última gota del líquido normal que se añadiese de mas, restablecería el color azul al tornasol antes enrojecido. Y, en todo rigor, esta última gota debe descontarse del líquido consumido, por cuanto entonces supone que se ha gastado ya un esceso del mismo. Para conocer la verdadera cantidad de este esceso, la buena práctica aconseja que en un vaso separado se coloque tanta agua ordinaria cuanto fuere el mosto que se ensaya; que se le añadan las mismas gotas de tintura de tornasol que á este; que se enrojezcan con la menor cantidad posible de un ácido cualquiera (sulfúrico ó tártrico por ejemplo), y que se vea cuántas gotas de la disolucion normal de carbonato sódico son necesarias para que este líquido recobre su color azul: las gotas estas deben deducirse del consumo de líquido normal que nos indica la acidez que deseamos conocer. Como nosotros debemos conocer el número de las mismas que entran en cada centímetro y en los décimos de centímetro cúbico de nuestra bureta ó pipeta, es claro que al momento quedará hecha la deduccion de este esceso, conociendo entonces exactamente el carbonato sódico consumido para neutralizar los ácidos del mosto.

Correccion de la acidez de los mostos.

Supongamos ahora que para conseguir este resultado con los $50^{c.c.}$ que del mismo hemos tomado, se han consumido $28‘8^{c.c.}$ de la disolucion normal; como sabemos que en $1000^{c.c.}$ de esta hay 53 gramos de carbonato alcalino, una sencilla proporcion nos dice que en los espresados 28‘8 hay 1‘5264 del dicho carbonato. Tenemos, pues, que con esta cantidad añadida á los $50^{c.c.}$ de mosto, neutralizamos toda su acidez.

50. El cosechero conocerá por este medio con la mayor facilidad la acidez de los mostos de su vidueño en los años favorables al sazonamiento del fruto. Del propio modo la determinará en los que los mostos fueren mas ácidos de lo regular, neutralizando el *esceso* de acidez que en estos presentaren; y si al propio tiempo ha hecho el ensayo sacarimétrico antes indicado, y saca partido de lo que va espuesto para corregir ó mejorar la falta de azucar que entonces observare, es seguro que por esta doble correccion podrá bonificar sus mostos, de manera que el vino que de los mismos obtuviere, se acercará muy mucho al de

Fermentacion vinosa.

los años mas favorables al sazonamiento de la uva, ya que no se confunda con el que recoje en los mas privilegiados.

Correccion de la acidez de los mostos con el tartrato potásico.

Las sustancias que empleará para corregir dicha acidez serán siempre el carbonato ó el tartrato potásico, fáciles de prepararse uno y otro por los cosecheros mismos, y en su defecto por cualquier farmacéutico. Nosotros preferiríamos, sin embargo, el tartrato al carbonato, siguiendo en esta parte los consejos de la ciencia y de la práctica de los cosecheros instruidos. La acidez de los mostos es debida sobre todo al ácido tártrico libre. Si empleamos para corregirla el tartrato neutro de potasa, está claro que dicho ácido tártrico se añadirá al del tartrato este, resultando el bitartrato potásico, mucho menos soluble que el ácido tártrico indicado, el cual se depositará por lo mismo en el fondo de las pipas, toneles, etc., en que mas tarde se envasará el vino.

51. Claro es que entonces se deberá tomar del tartrato que nos ocupa, una cantidad que contenga tanta potasa como sosa está contenida en la disolucion normal que nos indica el esceso de acidez del mosto. Para resolver este problema, necesitamos, pues, saber la composicion de dicho tartrato potásico, toda vez que ya nos es conocida la del carbonato sódico. Siendo el ácido tártrico un ácido bibásico, podemos representar su composicion de esta manera: $C^8\ H^4\ O^{10},\ 2\ HO$. Los dos equivalentes de agua pueden ser reemplazados por uno solo de base, de potasa por ejemplo, y entonces tenemos el tartrato ácido ó sea el bitartrato de potasa, ó bien por dos equivalentes de la propia base, tomando origen en este caso el tartrato neutro de potasa. Si la composicion de este es $=C^8\,H^4\,O^{10},\,2\,KO$, pronto se determina el valor de su equivalente, así como las cantidades respectivas de ácido y de base. En efecto:

$$\left.\begin{array}{l}\left.\begin{array}{l} C^8\times 6\ \ =48 \\ H^4\times 1\ \ =\ 4 \\ O^{10}\times 8\ \ =80 \end{array}\right\} = 132 = \bar{T} \\ \left.\begin{array}{l} K^2\times 39{\cdot}1=78{\cdot}2 \\ O^2\times 8\ \ =16{\cdot}0 \end{array}\right\} = 94{\cdot}2 = 2KO \end{array}\right\} = 226{\cdot}2 = C^8\,H^4\,O^{10},2KO.$$

Ahora sabemos que el equivalente del tartrato neutro de potasa

pesa 226'2, y que de este peso 94'2 son para la potasa y 132 para el ácido tártrico de esta sal. Fermentacion vinosa.

De otra parte necesitamos recordar la composicion del equivalente de la potasa $= KO$, que, segun los números anteriores, es $= 47'1$, y tambien la de la sosa $= NaO = 31$ (48), y con esto sabemos que el peso de 31 de sosa ó de 53 de carbonato de la misma, representan la misma funcion química que 47'1 de potasa ó que 69'1 de carbonato de la propia base; es decir, que el mismo ácido que es neutralizado por 53 de carbonato de sosa, lo será tambien por 47'1 de potasa y por 69'1 de su carbonato. Correccion de la acidez de los mostos con el tartrato potásico.

Raciocinando de una manera análoga, si suponemos que es el ácido tártrico libre el que comunica la acidez al mosto, cual sucede con frecuencia, como sabemos que este ácido forma un bitartrato de potasa, cuyo equivalente conocemos, lo propio que el del tartrato neutro, claro es que por medio de este sabremos la cantidad que del mismo se habrá de tomar para convertirle en bitartrato, que, como poco soluble, se depositará aumentando la cantidad del que naturalmente se encuentra en las heces. El cálculo le basaremos siempre sobre el ensayo acidimétrico, que nos dice cuánta cantidad de sosa se necesita para neutralizar el ácido indicado, asi como la sosa me dice la cantidad de potasa. Si conocemos esta, como ya sabemos la que está contenida en el tartrato neutro de potasa, sabiendo de otra parte que este toma otro tanto ácido del que contiene para pasar á bitartrato, claro es que podremos calcular al momento la cantidad de dicho tartrato neutro que necesitamos para formar bitartrato con el ácido tártrico libre. Pongamos un ejemplo para mayor claridad.

En el caso que anteriormente hemos supuesto (49) al determinar la acidez de un mosto, hemos admitido que para neutralizarla en $50^{c.c.}$ del mismo, se necesitaban 1'5264 de carbonato sódico. Ahora hemos de determinar en primer lugar cuánta cantidad de potasa, $KO$, se requiere para lograr la misma neutralizacion. Esta potasa se encuentra con la proporcion que formulamos diciendo: el equivalente del carbonato de sosa $= 53$, es al de la potasa $= 47'1$, como la cantidad del primero consumida en el ensayo $= 1{,}5264$, es á lo que resulte:

Fermentacion vinosa.

Correccion de la acidez de los mostos con el tartrato potásico.

$$53 : 47'1 :: 1'5264 : x;$$

$$\frac{47'1 \times 1'5264}{53} = x;$$

$$x = 1'35648.$$

El peso de potasa, pues, que necesitamos para conseguir la misma neutralizacion ó funcion química que se logra con 1'5264 de carbonato sódico, es 1'35648.

Pero, como no debemos tomar la potasa en el caso que nos ocupa, sino su tartrato neutro, por cuanto sabemos que nos producirá el mismo efecto de neutralizacion, dando origen al bitartrato, ahora debemos conocer cuánta cantidad de dicho tartrato neutro habremos de tomar para reemplazar 1'35648 de la potasa mencionada. Esto lo encontramos tambien por medio de otra proporcion que se plantea diciendo: el peso ó la potasa contenida en el tartrato neutro $= 94'2$, es al equivalente ó peso del propio tartrato $= 226'2$, como el peso de la potasa antes encontrada $= 1'35648$ es á lo que resulte:

$$94'2 : 226'2 :: 1'35648 : x;$$

$$\frac{226'2 \times 1'35648}{94'2} = x;$$

$$x = 3'25728.$$

Segun lo cual, 3'25728 de tartrato neutro de potasa fijarán para pasar á bitartrato todo el ácido tártrico que seria neutralizado por 1'35648 de potasa, en el supuesto de que solo debiese resultar tartrato neutro de esta base.

Correccion de la acidez de los mostos con el carbonato potásico.

La acidez del mosto se puede corregir tambien con el carbonato potásico, ó sea con la potasa contenida en este carbonato. Si tal quisiéramos hacer, habríamos de tomar tan solo la cantidad de dicho carbonato que contuviese la potasa necesaria para formar bitartrato. Para

ello debe recordarse la composicion de este, que es $C^8 H^4 O^{10}, HO, KO$, y la del tartrato neutro $= C^8 H^4 O^{10}, 2KO$; y como vemos que en este hay doble cantidad de potasa que en el primero, está claro que solo tomaremos para formar dicho bitartrato la mitad de la que el cálculo nos demostrare ser necesaria para formar tartrato neutro. El cálculo para hallar el carbonato de potasa necesario para producir la misma funcion química que una dada del carbonato sódico, se resuelve tambien por una sencilla proporcion diciendo: el equivalente del carbonato de sosa $= 53$, es al equivalente del carbonato de potasa $= 69'1$, como el peso del carbonato de sosa que se ha empleado en el ensayo acidimétrico del mosto $= 1'5264$ en el ejemplo antes supuesto, es á lo que resulte. Y pasando á la resolucion hallamos: Fermentacion vinosa. Correccion de la acidez de los mostos con el carbonato potásico.

$$53 : 69'1 :: 1'5264 : x;$$

$$\frac{69'1 \times 1'5264}{53} = x;$$

$$x = 1'99008;$$

$$\frac{1'99008}{2} = 0'99504.$$

Lo cual nos dice que tomando 1'99008 de carbonato potásico, obtendremos un tartrato neutro de potasa igual en punto á su neutralizacion al que resulta con 1'5264 del carbonato sódico consumido en el ensayo; y que con la mitad del primero, ó sea 0'99504, formaremos un bitartrato, que es lo que buscamos.

Del propio modo se resolverán todos los otros casos análogos; mas téngase bien entendido que esta correccion de la acidez del mosto solo se hará sobre el *esceso de la misma que manifestare tener comparándola con la que es natural á los mostos en los años en que la uva ha llegado á una perfecta sazon*, pues que hemos visto que el mosto debe tener siempre una reaccion ácida para que marche bien la fermentacion alcohólica, y para que se desenvuelvan al propio tiempo los compuestos etéreos que (23) sabemos concurren á aumentar el *bouquet* del vino.

## Correccion de la acidez del vino.

---

Correccion de la acidez del vino con el tartrato potásico.

52. Los vinos que resultan mas ácidos de lo regular en los casos de que tratamos, si no se ha corregido la acidez del mosto, pueden bonificarse ó mejorarse del mismo modo que se acaba de corregir dicho mosto. En tal caso, sin embargo, hay que tomar alguna nueva precaucion por lo que toca al ensayo acidimétrico de un vino dado. Siendo tinto, en efecto, no conduciria á nada la adicion de la tintura azul de tornasol para conocer el fin del ensayo acidimétrico. Por lo tanto, debe suprimirse su adicion, con tanto mas motivo, cuanto que la misma materia colorante del vino hace sus veces, tomando un color verde cuando se ha neutralizado todo el ácido libre que contiene. La práctica del ensayo, por lo demás, se hará absolutamente del mismo modo que va indicado para el mosto, lo propio que la correccion de la acidez que el ensayo manifestare.

53. La correccion de esta acidez, sea en el vino ó en el mosto, se hará siempre con el tartrato de potasa con preferencia á toda otra sustancia. Si tomamos el carbonato como antes se ha dicho, el resultado será bueno siempre y cuando sea este carbonato químicamente puro, puesto que sobre este está basado el cálculo para conocer la cantidad que del mismo se necesita; pero es el caso que dicho carbonato nunca se halla en el comercio, conteniendo, además de muchas otras sales estrañas, una cantidad de agua que varía segun el estado atmosférico, por efecto de su grande higroscopicidad, lo mismo que por el mayor ó menor grado de desecacion que al mismo hayan dado los fabricantes. Solo podria emplearse con seguridad el carbonato de que tratamos, despues que un ensayo alcalimétrico nos hubiese demostrado su verdadera riqueza alcalina. Pero en este caso, prescindiendo ya de las sales estrañas al bitartrato que con el mismo introducimos en el vino, se correria otro riesgo mayor si el carbonato contuviese (por efecto de una mala preparacion) algo de un sulfuro ó de un oxisulfuro, por el hidrógeno sulfurado que se desprenderia en el seno del vino y este disolveria, siendo

causa luego de que presentase el olor y sabor desagradables que son consiguientes si el gas en cuestion se produjese en una cantidad sensible. Todos estos inconvenientes desaparecen empleando el tartrato mencionado.

Fermentacion vinosa.

Correccion de la acidez del vino con el tartrato potásico

Además, como este es soluble, al emplearle se incorpora perfectamente con todo el vino ó mosto, tomando el ácido tártrico libre que se encuentra en todas las partes del mismo, si asi podemos espresarnos, por efecto de su dicha solubilidad. No sucede lo propio cuando, como tiene lugar en Málaga, los cosecheros se valen de la creta (que ellos llaman *tierra blanca*) para corregir la acidez de los mostos, sea poniéndola en un saquito que se sumerje en ellos cuando se concentran por medio del fuego, sea echándola en polvo suelto en el seno de los mismos cuando estos se destinan á la fabricacion de arropes. Esta adicion la hacen sin que medie ó preceda ensayo alguno acidimétrico. La creta puesta en el saquillo neutraliza algo del ácido, pero muy poco, por la razon sencilla de que el tartrato de cal que se forma al principio en la superficie del contenido en dicho saquillo, resguarda con su insolubilidad el resto del carbonato, quedando por lo mismo siempre mucho ácido por saturar. Empleado en polvo, no hay este inconveniente, es cierto, pero en cambio pueden sobrevenir otros mucho peores. El menor de ellos consiste en que el bitartrato de potasa que se encuentra en el mosto ó vino, se reduce á tartrato neutro, que, como mas soluble, no se precipita como lo hace el bitartrato. De otra parte, si se emplea un esceso de creta, se podrá neutralizar todo el ácido libre al mismo tiempo que se descompondrá todo el bitartrato potásico, y entonces, no presentando el mosto la reaccion ácida que siempre debe tener mas ó menos pronunciada para la fabricacion de un buen vino, la fermentacion de dicho mosto podrá dar resultados muy distintos de los que en el caso contrario se obtendrian.

De aquí se deduce otra vez mas lo indispensable que es el ensayo acidimétrico para corregir la acidez de los vinos. Una vez hecho dicho ensayo, si quisiéramos saber la cantidad precisa de creta que se necesita para corregir el esceso de la acidez, la encontraríamos del propio modo que hemos hallado la del carbonato potásico, recordando que la

Fermentacion vinosa.

creta ó *carbonato de cal* tiene la composicion $CaO, CO^2$, y que su equivalente (siendo el del calcio $Ca=20$) es $=50$; esto suponiendo que en la creta no hubiese mas que dicho carbonato de cal. Pero lo cierto es que siempre tiene este cuerpo mezclados otros varios en mayor ó menor cantidad; lo cual nos dice que el cálculo, siendo cierto y todo, no dará la cantidad de dicho carbonato necesario para la neutralizacion de la acidez que se intenta corregir. De otra parte, la insolubilidad de la creta ya tomada en la cantidad suficiente, es un estorbo para que pueda reaccionar sobre el mosto entero, so pena de agitar y revolver por mucho tiempo, y de contribuir todavía con el concurso del calórico. Y si, no obstante lo dicho, se quisiera insistir en el uso de la cal carbonatada para la correccion que nos ocupa, mas bien que la creta, que nunca está formada por el solo carbonato en cuestion, deberia echarse mano del marmol, en el cual le encontramos poco menos que químicamente puro, tomando la precaucion de reducirle á polvo impalpable antes de emplearle.

Correccion de la acidez del vino con el carbonato de cal.

Correccion de la acidez con la cal.

Si se quisiera seguir el consejo de Batilliat, que recomienda la cal cáustica, facil sería tambien determinar la cantidad de la misma necesaria para lograr la neutralizacion que se busca.

El uso de la cal, sin embargo, tiene parte de los inconvenientes que se han achacado con razon á la creta: el primero consiste en que siempre le acompañan algunos cuerpos estraños; el segundo en que, como es tan poco soluble en el agua, debiendo emplearse en papilla, el tartrato de cal insoluble que se forma sobre los grumos que se encuentran en dicha papilla, impide que la cal libre contenida en su interior pueda ejercer por completo su accion neutralizadora sobre los ácidos del vino.—Si á pesar de estos y otros inconvenientes que aún podríamos indicar, se insiste en el uso de la cal, esta deberá emplearse siempre en forma de *sacarato*, ó sea disuelta en el agua á espensas del azucar. Esta disolucion se efectúa perfectamente entre 2 partes de azucar, 1 de cal y 10 de agua, en frio. La cal que se destina á este uso debe ser la mas pura posible. La mejor sería la que uno mismo puede proporcionarse por la calcinacion del marmol, tan abundante en el pais, ó con los desechos del mismo, que se pueden recojer en los ta-

Correccion de la acidez con el sacarato de cal.

lleres de los marmolistas y de los escultores. Dándole de esta manera á la cal la forma soluble, entonces ejercerá por completo su accion sobre los ácidos que nos proponemos neutralizar. Pero entonces no olvidemos nunca: 1.°, que neutralizando la cal solo la mitad del ácido tártrico del bitartrato de potasa, queda luego en el líquido el tartrato neutro de esta base, que seguirá neutralizando ó reaccionando del modo que ya conocemos; 2.°, que al mismo tiempo que la cal, se añade tambien al líquido que así se corrije, una cantidad determinada de azucar, y cantidad que deberá tenerse en cuenta al llevar á cabo la correccion de la riqueza sacarina de los mostos antes indicada (46). Y como es posible que esta correccion no vaya enteramente de acuerdo con el objeto que nos proponemos conseguir, prescindiendo de otros inconvenientes que tiene el empleo de la cal, caso de que se tomara un esceso de ella, tampoco podemos aceptar de una manera absoluta el consejo del entendido farmacéutico de Macon en este punto.

Fermentacion vinosa.

Correccion de la acidez del vino con el sacarato de cal.

Ninguno de todos los inconvenientes que se acaban de señalar al carbonato de potasa, á la creta, á la cal cáustica, ora se use en lechada, ora en forma de sacarato, presenta el empleo del tartrato potásico, cuya composicion es siempre bien definida y constante, y cuya solubilidad hace que se reparta por igual en toda la masa del zumo ó del vino, cuya estremada acidez nos proponemos neutralizar.

54. Ya que vemos con esto la superioridad ó preferencia que debemos dar al tartrato de potasa para corregir la acidez de que se trata, hemos creido oportuno poner á continuacion, en el pequeño cuadro que sigue, las cantidades del mismo que deberán tomarse para conseguir nuestro objeto, una vez conocida la fuerza acidimétrica que tiene de mas el mosto ó el vino que nos proponemos corregir. Esta fuerza acidimétrica la tenemos representada por la potasa, *KO*. En este cuadro, pues, están consignados los resultados obtenidos, calculando cuál habria de ser la cantidad de tartrato neutro de potasa para fijar en estado de bitartrato todo el ácido que neutralizaria 1, 2, 3..... 9 de potasa segun el ensayo acidimétrico.

Preferencia del tartrato potásico para corregir la acidez del mosto ó del vino

Fermentacion vinosa.

*Cuadro para corregir la acidez del mosto ó de los vinos por medio del tartrato neutro de potasa.*

Tabla para corregir la acidez del mosto ó del vino con el tartrato potásico.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| *KO*........... | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| $C^8H^4O^{10},2KO$ | 2'401274 | 4'802548 | 7'197452 | 9'605096 | 12'006369 |
| *KO*........... | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 |
| $C^8H^4O^{10},2KO$ | 14'407643 | 16'808917 | 19'210191 | 21'611465 | » |

Práctica de esta correccion.

No hay cosa mas facil que servirse ahora de este cuadro mientras se conozca la simple adicion de los decimales: demos un ejemplo. Supongamos que la potasa que se necesita para neutralizar la acidez del mosto ó del vino formando un tartrato neutro, sea = 7'5814: ¿cuánto de este tartrato debemos tomar, suponiendo que pase á bitartrato á espensas del ácido representado por dicha potasa? La operacion se reduce á una simple adicion de decimales, puesto que en el cuadro están hechos los cálculos para 1, 2, 3..... 9. Así, pues, vemos cuánto necesita la unidad ó el entero, que en nuestro caso es 7, y escribimos acto contínuo la cantidad del tartrato necesario, que es =.............. 16'808917;
luego hacemos lo mismo para la decena, el 5, pero corriendo la coma á fin de convertir en décimas lo que correspondia al 5 entero =............................. 0'719745;
practicamos lo propio para el 8, corriendo la coma dos lugares =........................................... 0'192101;
la corremos tres lugares para el 1 =..................... 0'002401;
para el 4, en fin, se corre cuatro lugares =.............. 0'000960;

*Suma*....................... 17'724124.

Segun esto, pues, deben tomarse 17'724124 de tartrato neutro para el caso que nos ocupa. El uso de esta tabla, como se ve, permite

sacar partido del tartrato de potasa para corregir esta acidez aun á los capataces, en quienes no debe suponerse la instruccion suficiente para calcular segun los equivalentes químicos. Basta que se sepa sumar ó adicionar decimales y hacer el ensayo cual antes va descrito, y la mejoría de los mostos ó de los vinos es segura, indudable.

Correccion indirecta de la acidez del mosto.

55. La correccion de la acidez, tal como se acaba de indicar, es *directa*. Puede llegarse tambien indirectamente al mismo punto de otro modo. Sabemos desde luego, que abundando el ácido ó la acidez en un mosto, sucede lo contrario respecto de su azucar. Segun esto, si conocemos la acidez de los mostos buenos y el azucar de los mismos (46), podemos diluir ó estender con agua de buena fuente ó de rio, el mosto muy ácido hasta obtener un líquido que contenga la acidez normal de un buen mosto, y luego añadirle el azucar que fuere menester para que, unido al poco que tiene el zumo primitivo, el todo contenga la cantidad de dicha azucar normal en un mosto de un año ó pais privilegiado. Esta correccion de la acidez de los mostos, entonces, nos permite aumentar considerablemente la cantidad del vino que buscamos. Podria temerse por algunos que faltase fermento natural en el caso que nos ocupa; pero á la verdad este temor es infundado, por cuanto es sabido que nunca escasea el fermento en los vinos flojos, como nos lo dicen su poca estabilidad y la rapidez con que se acedan. La adicion del agua á los mostos de fermentacion es, de otra parte, practicada, tiempo hace, por varios cosecheros con el fin de aumentar la cantidad del producto fermentado, siguiendo, esto no obstante, la fermentacion su marcha natural. Lo que no hacen los mas de los cosecheros, es añadir el azucar en la cantidad correspondiente como aquí se aconseja. Con esta doble adicion se corregirá la acidez del mosto y del vino resultante, y se aumentará la cantidad de este. Y no se tema por su calidad, pues en la uva poco ó mal sazonada, existen en cantidad bastante los mas de los otros elementos ó principios que juegan un papel importante en la coloracion y hasta en el aroma del vino, siendo perdidos en general con el escobajo ó casca que se desperdicia para la produccion del vino, tan luego como ha sido prensada. En corroboracion de lo cual añadiremos, que echando agua y azucar en la cantidad necesaria en el lagar ó vasija

Fermentacion vinosa.

Correccion indirecta de la acidez del mosto.

de fermentacion, despues que se trasegó el vino natural obtenido con la uva pisada, y donde se encontraba la casca escurrida (se fabricaba vino tinto por lo mismo), un cosechero francés ha establecido de nuevo la fermentacion, y obtenido una segunda cantidad de vino. Repitiendo la misma operacion luego de trasegado este, pudo obtener una tercera cantidad de producto fermentado, que examinado, lo mismo que el anterior, por los químicos Thenard, padre é hijo, fueron encontrados de escelentes calidades respecto al color, gusto, conservacion y aroma.

El medio que acabamos de indicar, derivacion inmediata de los ensayos ácidi y sacarimétricos, es natural, y lógico por lo mismo. El cosechero que le empleare, desde luego aumentará la produccion y mejorará la calidad de sus vinos ordinarios. Y sobre esta ventaja inmediata, tiene todavía la de que el agua y el azucar se los podrá proporcionar mas facilmente, y á un precio respectivamente mas bajo que el mismo tartrato potásico. Pero este deberá emplearse constantemente en los casos en que se mejoran los mostos concentrando una parte de los mismos ó asoleando las uvas, renunciando por completo tambien al uso de la creta, aconsejada por varios autores (*), y practicada en diversos puntos, por el tartrato potásico que entonces se forma y añade al mosto en cantidad tal vez superior á la que se necesitara para el objeto que se busca.

Podria seguirse el uso de la creta pura, y mejor del marmol en polvo fino, cuando se cuecen ó espesan los mostos por medio del fuego, para corregir su acidez, siempre que un ensayo prévio nos hubiese demostrado la cantidad de bitartrato que se trasforma en tartrato, y viéramos que es precisamente la que necesitamos para corregir la escesiva acidez de todo el mosto que vamos á fermentar. Prévio dicho conocimiento, podria consentirse el que se cociese con el carbonato de cal mencionado la cantidad de mosto correspondiente para procurarnos en él el dicho tartrato; mas como durante la coccion ó inspisacion del mosto al fuego directo, cual en el dia se practica en Málaga sobre todo, siempre una

(*) El Dr. Fors, entre otros, en su *Farmacia operatoria*, tom. I, pág. 108, entre nosotros.

parte del mismo adquiere mas ó menos ostensible el sabor á quemado ó empireumático, que altera el natural y propio de un buen vino, por esto, cual ya va dicho, debe renunciarse á este inspisamiento y subsiguiente neutralizacion de los mostos con la creta, con el fin de que se trata. Solo sería aceptable si la operacion tenia lugar á beneficio del calórico latente del vapor acuoso, y se empleasen vasos y aparatos (los de concentracion) en que no figurasen para nada el plomo y el cobre. Fermentacion vinosa.

## Conservacion de los vinos, y medios de combatir las alteraciones que pueden esperimentar.

56. Una vez fabricados los vinos, á veces llevan ya consigo el germen de su destruccion. Sucede tambien en otros casos que, sea por efecto de una viciosa ó mal entendida fabricacion, ó bien porque la uva no adquirió el debido sazonamiento, y no se emplearon los medios que dejamos consignados para mejorar los mostos antes de fermentar, los vinos tienen calidades que descubren á primera vista su medianía ó mala calidad. Tal sucede, por ejemplo, con los que *saben á la planta*, ó que son *verdes*, como se dice vulgarmente, cuando en ellos domina una acidez pronunciada ó un esceso de principio curtiente. Otras veces domina en ellos el agua, y, por lo mismo, sobre ser flojos ó de poca fuerza, no presentan la mayor seguridad para su conservacion. Sucede tambien que alguna que otra vez son demasiado turbios ó espesos, siendo preciso entonces clarificarlos para darles mejor aspecto, y asegurar al propio tiempo su conservacion. Una mala reposicion ó un envase poco esmerado provocan ó contribuyen tambien con frecuencia al desarrollo de estas alteraciones. Desde luego, sin embargo, podemos asegurar que estas serian muy raras si los vinos se fabricaran ateniéndose á los principios que quedan consignados; pero como quiera que, por desgracia, no siempre sucede así, veamos qué medios y qué cuidados deben emplearse para combatirlos, y de qué manera obran las sustancias que al efecto se emplean. Conservacion de los vinos.

## Remonta del vino.

Remonta del vino.

57. Se dice que el vino se *remonta*, cuando, una vez trasegado, empieza y se sostiene, en los vasos que le recibieron, la fermentacion lenta (59). Siendo esta un fenómeno natural é inherente á la fabricacion del vino, de ningun modo puede considerarse como una alteracion de este, como se lee en varios tratados de *enología*. Lo único, pues, que debemos decir sobre esta pretendida alteracion, es que se atenga el cosechero puntualmente á lo que va dicho en el párrafo especial que le hemos consignado, y que no descuide mucho menos lo prevenido en los 56, 57 y 58 de una manera especial. Esto por lo que toca á la remonta en sí. Caso que esta segunda fermentacion fuese demasiado activa, se la contiene trasegando el vino á una nueva bota que se acaba de azufrar. Lo propio se conseguiria, sin duda alguna, con la adicion de un poco de vino saturado de dicho ácido sulfuroso, ó bien con el bisulfito de cal. DUMAS aconseja tambien el yeso pulverulento para hacer pasar esta fermentacion demasiado activa, que podria terminar con la acetificacion, y volverlo á su marcha lenta.

Luego que ha terminado esta segunda fermentacion, si el vino se debe guardar largo tiempo, es bueno que se trasiegue de nuevo para separarlo de las heces, que se depositan en cantidad sensible, y que le predispondrian tal vez á emprender una nueva fermentacion bastante pronunciada, aunque lenta, que hasta podria terminar en la acética; pero si es vino de todo pasto, como ya se ha indicado, acto contínuo se espende á los consumidores.

## Clarificacion de los vinos.

Clarificacion de los vinos.

58. Si los vinos se han de guardar para que mejoren con el tiempo, antes de trasegarlos, como arriba queda indicado, se suelen clarificar, y hasta es bueno que nunca se olvide esta operacion.

La clarificacion del vino tiene por objeto separarle los cuerpos que

puede tener interpuestos, y son causa de que se presente mas ó menos turbio. Se puede llevar á cabo de diversos modos. El mas sencillo consiste en someterlos á la accion de la cola fuerte ó de pescado, de la albúmina ó clara de huevo, de la goma arábiga, del yeso cocido en polvo, etc. Siendo la cola de pescado, se la bate bien primero con un mazo, se desmenuza en pedacitos, y estos se dejan en un poco de agua ó del vino mismo, para que se hinchen al principio, y luego se interpongan ó disuelvan en el líquido prévia la agitacion. Algunos aconsejan la disolucion en el agua favorecida de la ebullicion; pero no es indispensable esta, bastando la hidratacion en frio, como se ha dicho, si bien entonces tarda mas en desleirse por completo. Empleándose el yeso, se toma cocido y pulverizado, y se incorpora con el vino lo mejor que se puede. Su uso le hemos heredado de los griegos. Algunas veces se mezcla ya con el mosto (Málaga, Rioja, Cataluña), y otras se emplea para espolvorear las uvas antes de pisarlas (Jerez). En el primero y último de dichos puntos solo se le emplea cuando se vendimió en tiempo húmedo, ó cuando la otoñada ha sido muy llovediza. Conservacion del vino.

59. De todos modos, desleida la cola se añade ó echa en la pipa ó bota que contiene el vino, revolviendo bien este en todos sentidos, y luego se deja que repose. Con el fin de que la disolucion de la cola se incorpore ó mezcle mejor con el vino, se usa en algunos puntos un agitador particular, formado por un palo de madera recto, con un mango ó empuñadura en el estremo superior, y el inferior encorvado en ángulo recto. El lado menor del ángulo, que á veces es lijeramente curvo, tiene como 1 pié de largo por unas 2 pulgadas de ancho. Es además complanado y tiene toda su superficie sembrada de agujeros. Introduciendo este agitador en el vino luego que se añadió la cola, y batiendo bien la mezcla con su auxilio, se concibe que la incorporacion tendrá lugar mas pronto y de una manera mas completa, que por la simple agitacion del tonel. Como quiera que sea, pasados tres, cuatro ó mas dias, se trasiega el vino luego que se ha aclarado por completo. En este caso se suele tomar de ½ á 1 onza de cola por cada 24 ó 25 arrobas de vino, variando su cantidad entre los números ó estremos indicados, segun fuese el vino que se clarifica. Clarificacion de los vinos.

Conservacion del vino.

En rigor, antes de clarificar un vino con la gelatina ó con las claras de huevo, el fabricante habrá de saber con exactitud la cantidad que de estas sustancias necesita tomar para el objeto que busca, procurando que nunca sea tal que precipite todo el tanino ó principio astringente contenido en el vino, porque entonces este podria estar cuando menos espuesto á ahilarse, y siempre tendria una menor estabilidad por permanecer disuelto un poco del agente clarificador, que, como muy nitrogenado, está dispuesto á representar á cada momento el papel de fermento activo (19), siéndole las circunstancias favorables. Al efecto, los Sres. Fauré de Burdeos y Delarue de Dijon, emplean una disolucion de gelatina tal, que 100 gramos de ella precipitan 100 gramos de otra de tanino en que está contenido 1 gramo de este cuerpo. Entonces la disolucion de gelatina consumida hasta que deje de formarse precipitado, indica la cantidad relativa de principio astringente; y una vez conocido este, claro está que siempre debe tomarse de gelatina una cantidad inferior á la que puede ser precipitada por él, so pena de obtener luego un vino bien claro, sí, pero espuesto á que sufra la fermentacion viscosa, ú otra peor todavía.

Clarificacion con las claras de huevo.

Otras veces se prefieren las claras de huevo, especialmente para los vinos finos ó delicados. Dichas claras entonces se toman por lo comun en número de 5 á 10 para la cantidad de vino indicada, variando tambien entre dichos números estremos segun fuese la especie ó calidad del caldo que se clarifica. A su vez se deslien en un poco de vino (algunos emplean el aguardiente en su lugar) batiéndolo bien; se separa la espuma que se levanta, y luego se incorpora al vino el líquido, y se opera como con la cola.

En uno y otro caso debe procurarse no emplear jamás un esceso de estos cuerpos, pues su presencia en el vino sería á su vez mas tarde una causa segura de su destruccion. Al efecto, pues, deben hacerse algunos tanteos. Se toma un volumen conocido del vino que se quiere clarificar; se le incorpora, batiéndole bien, otro volumen conocido de la disolucion clarificadora; se deja en reposo hasta que ha sedimentado; se decanta la parte trasparente, y se le mezcla un poco del vino mismo sin clarificar: si entonces diese precipitado ó se enturbiase de nuevo

esta mezcla, sería prueba de que se habia empleado un esceso de cola ó de clara de huevo. Asi pues, para despachar el ensayo de una vez, se pondrá una misma cantidad del vino que se quiera clarificar, en diferentes botellas (cinco ó seis), y á cada una se le añadirá una cantidad distinta de la disolucion clarificadora, haciendo luego con la parte trasparente de cada una de ellas el ensayo que se acaba de indicar. De esta manera conoceremos la máxima cantidad de cola ó albúmina que podemos emplear sin que quede nada de las mismas en los vinos, y el diverso aspecto de estos, clarificados con cantidades distintas de aquellas, eligiendo con verdadero conocimiento de causa la que nos haya dado un resultado mas satisfactorio. Este ensayo es indispensable, caso de no haberse hecho antes el de los Sres. Fauré y Delarue indicado.

Conservacion del vino.

Clarificacion con las claras de huevo.

Hánse aconsejado, y se emplea tambien por algunos, la sangre y la leche en la clarificacion que nos ocupa. La primera la usan tierna ó fresca, y tambien desecada. Su accion clarificadora la debe á la albúmina que constantemente se encuentra en el suero de la sangre, y cuya naturaleza y modo de conducirse en el caso que nos ocupa, son absolutamente iguales á lo que se observa con las claras de huevo. El poso á que da lugar en el fondo del vino, es poco voluminoso, y sedimenta sin dificultad. Desecada y convertida en polvo, la sangre se ha espendido por el comercio de Francia por bastante tiempo para darle el destino que nos ocupa. Pero, no olvidemos nunca que junto con la poca albúmina que tiene la sangre, se echan al vino todos los demás principios que le son peculiares, y que cuando menos son del todo indiferentes para la clarificacion del vino. Recordando, además, que dos claras de huevo, segun trabajos de Gay-Lussac, producen la misma accion depuradora que la sangre necesaria para clarificar unos 400 cuartillos de vino, y teniendo en cuenta el grave riesgo que se corre de echar á perder el vino si la sangre, tan fácil de entrar en putrefaccion (siendo tierna ó seca), se empleara mas ó menos alterada, dejando ya á un lado la adicion al vino de varios cuerpos estraños que con su uso tiene lugar, harán bien los cosecheros de renunciar por completo á su uso, y de atenerse al de la cola de pescado ó de las claras de huevo.—La leche á su vez clarifica, es cierto, el vino, pero lo es tambien que con ella se introducen en este

Conservacion del vino.

todas las sales que contiene, además del azucar que le es propio, y que es susceptible de esperimentar la fermentacion alcohólica, si es que no da lugar á las fermentaciones láctica y butírica mas ó menos desenvueltas.

El uso de la goma ha sido recomendado sobre todo por el temor á las alteraciones subsiguientes al empleo de un esceso de gelatina ó de albúmina; alteraciones que no tienen lugar de una manera tan profunda, aun cuando quede un poco de ella en disolucion, atendido que, careciendo de nitrógeno, jamás podrá obrar como un fermento propiamente dicho; pero si el empleo de la albúmina y de la cola ha tenido lugar prévios los ensayos que se han indicado, está ya de mas el uso de dicha goma, puesto que nunca se podrá correr el riesgo mencionado.

En Jerez de la Frontera al mismo tiempo que emplean las claras de huevo, incorporan con el vino un poco de una tierra que en el pais lleva el nombre de *tierra de vino* precisamente; en San Lucar de Barrameda emplean tambien una tierra parda que reciben de Lebrija; pero si la gelatina ó la albúmina por sí solas producen la clarificacion que se busca, ¿para qué añadir estas tierras?

¿Como obran los agentes de clarificacion?

60. ¿Qué es lo que pasa cuando se clarifica el vino empleando los cuerpos que se han indicado? Si se han tomado la gelatina, las claras de huevo ó la goma, lo que sucede es, que teniendo estos cuerpos la propiedad de formar combinaciones insolubles con el tanino ó principio astringente del vino, al momento de efectuarse la mezcla de sus disoluciones con el vino, este se enturbia mucho, quedando luego del todo trasparente, por sedimentarse el cuerpo que llevó el enturbiamiento á toda la masa del líquido. Como este cuerpo es sólido, su formacion puede compararse á una vasta red que se estiende en un principio al través de todo el líquido, cuyas mallas luego se encojen siempre mas hasta reunirse en el fondo del mismo el cuerpo que las produjo, llevando consigo en este encogimiento ó contraccion todos los cuerpos antes interpuestos en el vino, que eran causa de su enturbiamiento. Por esto el vino se aclara y queda trasparente. La presencia del alcohol en el vino ayuda á esta precipitacion, por ser insolubles en él la gelatina, la albúmina y la goma, asi como las combinaciones que estas sustancias

forman con el tanino ó principio astringente. Pero, al propio tiempo pierde ó se rebaja notablemente su color en los tintos, siendo entonces la *purpurita*, ó sea la materia colorante que abunda en los vinos jóvenes segun Batilliat, la que se fija tambien ó combina con las materias en cuestion, con preferencia á la *rosita* y á la otra tercera materia colorante que, segun Payen, todavía contienen estos vinos (21). Conservacion del vino.

Asi pues, un vino clarificado por este medio, se pone trasparente, pierde su astringencia con el principio curtiente, y tambien se rebaja notablemente su color siendo tinto; y como los dos últimos fenómenos se presentan naturalmente en los vinos con el tiempo, resulta de esto que el vino clarificado presenta entonces el aspecto del que ya es algo añejo.

Cuando se mezclan tierras arcillosas al vino, habiendo formado con ellas primero una papilla, obran simplemente por su insolubilidad, arrastrando entonces al sedimentarse, los cuerpos que producian el enturbiamiento. Su accion pues es puramente física ó mecánica, la misma que tiene lugar cuando se clarifican los aceites batiéndolos con las mismas tierras, y abandonándolos luego al reposo. El vino de paso tambien se descolora bastante, por hallarse en dichas tierras (que son silicatos de alúmina deleznables mas ó menos puros, á veces mezclados con algo de carbonato de cal pulverulento, confundiéndose entonces con las margas) la alúmina en estado soluble, que es cuando goza mejor de la propiedad de fijar las materias colorantes, arrastrándolas en una combinacion insoluble. Por último, si la arcilla fuera margosa, entonces el carbonato de cal que contiene, neutraliza algo de los ácidos libres del vino y descompone su bitartrato de potasa, cual ya se ha visto (55), aparentando el vino ser aún mas añejo por este motivo. Pero, como nosotros hemos indicado ya el medio de corregir la acidez de los mostos, es claro que si practicamos lo que sobre este punto queda espuesto, no tendremos que temer que los vinos tengan mayor acidez de la que les es natural, y entonces es claro que no deben emplearse nunca las tierras margosas con el doble objeto que se acaba de indicar. Por esto jamás debe echarse mano de dichas tierras, como hemos visto que lo hacen todavía en Jerez y San Lucar. Bastando para la clarificacion la albúmina ó la cola de pescado, ¿para qué hacer otras mezclas? ¿Como obran las tierras arcillosas?

Conservacion del vino.

¿Cómo obra el yeso

61. En cuanto al yeso, cuya mezcla hemos visto tenia lugar, ora con el vino, ora con el mosto, y tambien con las uvas mismas, su modo de obrar es algo mas complicado. Desde luego, siendo cocido, empieza hidratándose, y robándole al vino una cierta cantidad de agua. A su vez, si esta hidratacion se efectua en todos los puntos del vino, como al momento el yeso hidratado se reune en el fondo del mismo por su insolubilidad en un líquido rico en alcohol, al precipitarse, arrastra mecánicamente los cuerpos interpuestos, produciendo entonces la clarificacion del líquido, del mismo modo que antes hemos visto se lograba con la interposicion y sedimento de la arcilla. La clarificacion, pues, del vino por la doble causa que acabamos de indicar, es indudable. En prueba de ello basta observar que los fabricantes entendidos de cerveza le emplean para clarificar igualmente esta bebida, dándole entonces un aspecto que la hace mucho mas agradable á los consumidores.

Es indudable, de otra parte, que el yeso reacciona sobre el bitartrato de potasa del mosto lo mismo que sobre el del vino, resultando de un lado tartrato de cal insoluble, y de otro sulfato de potasa soluble. Sucediendo esto en el mosto, como ya hemos visto (19) que el fermento se disuelve mejor en un líquido acidulado con el ácido tártrico, ó que contenga bitartrato de potasa, que en otro que carezca de estos agentes, y tambien de otros ácidos orgánicos, como el acético, es indudable que entonces la adicion del yeso debilitará ó moderará la marcha de la fermentacion, por no ser tan abundante la cantidad de fermento activo ó soluble. Y si entonces tarda mas en formarse el vino, y si el que se fabrica es tinto, permaneciendo por mas tiempo en contacto con el hollejo de la uva, saldrá de color mas subido que cuando este contacto no es tan prolongado. Por esto se añade de ordinario á estos vinos.— Mas si el yeso se añade al vino ya hecho, produciendo y todo los efectos que al principio se han indicado, y reaccionando tambien sobre su bitartrato de potasa, cual se acaba de ver, precipita á su vez una parte de su materia colorante. Por esto se observa que el vino que ha sido tratado con él, es mas claro y menos colorado que el que no se trató con el yeso mencionado. La reaccion entre este y el bitartrato de potasa está confirmada, así por el análisis de los vinos, como

por el del tartrato que estos sedimentan en los vasos que los contienen. En efecto, segun trabajos de Mr. Bouis, profesor de química de Perpiñan (*), el tártaro que los vinos así fermentados depositan, abunda en sulfato de potasa, al paso que carece del bitartrato mencionado. Y si esto sucede con el tártaro, otro tanto acontece con el vino en cuyo seno se ha formado. Conservacion del vino.

Esta accion, pues, deberá tenerse muy presente para los casos en que se quisiera neutralizar la acidez natural escesiva del mosto, con el tartrato neutro de potasa. En rigor deberá suprimirse toda adicion de yeso á los mostos si antes han sido mejorados del modo que se ha espuesto, pues con ella podria desaparecer el poco bitartrato potásico que debemos dejar al vino para asegurar su duracion, y favorecer las reacciones en que toma parte. Siendo, pues, tan claros y tan óbvios los efectos del yeso, que el mismo Dumas nos le aconseja para el caso que nos ocupa, y que tan de antiguo viene usándose, no se concibe la lijereza de Batilliat al recomendarle tan solo para cubrir el fondo de las pipas en que el vino debe ser esportado.

## Clarificacion de los vinos viejos.

62. La clarificacion de los vinos por medio de la cola de pescado ó de las claras de huevos, se emplea con ventaja en los casos ordinarios, cuando contienen el tanino necesario para precipitar la sustancia clarificadora. Si falta dicho tanino y se quieren emplear estas mismas sustancias, no hay mas remedio que añadírselo, cual se hace para correjir el ahilamiento; de lo contrario, es claro que el vino retendrá un poco de los cuerpos clarificadores en disolucion, y con ello una causa perenne de inestabilidad. Clarificacion de los vinos viejos.

En tales casos Mr. Saladin, cosechero francés, aconseja muy oportunamente el uso de la alúmina gelatinosa. Toma al efecto por 500 gramos de alumbre una cantidad igual de carbonato sódico crista-

(*) Boussingault, pág. 557 del tomo I de la obra citada.

Conservacion del vino.

lizado; disuelve las dos sales separadamente en 2 litros de agua hirviendo; cuando frias las disoluciones, se mezclan; luego que sedimentó el hidrato de alúmina que se precipita, se recoje sobre un lienzo, donde se deja escurrir, y se lava un poco. La alúmina en jalea que así se obtiene, se diluye en 2 litros de vino, y añade á una barrica de 200 litros del vino que se quiere clarificar, agitándolo bien en todos sentidos, y se deja luego en reposo. Al cabo de 48 horas, la clarificacion es completa. Este medio se recomienda especialmente para los vinos en quienes escasea el principio astringente mencionado.

Aquí la clarificacion tiene lugar de una manera mecánica, lo mismo que se ha dicho mas arriba al tratar del uso de la arcilla.

## Ahilamiento ó grasa del vino.

Ahilamiento del vino.

63. Los vinos blancos, ricos en azucar, destinados á ser generosos con el tiempo, á veces se espesan, adquiriendo una consistencia como viscosa, debida á una multitud de filamentos que llegan á cruzarse en toda la masa del caldo. Mientras tanto, el azucar que este contenia en esceso, disminuye siempre mas hasta desaparecer al fin por completo. Entonces se ha completado la fermentacion viscosa (16); y esta alteracion que el vino esperimenta, recibe el nombre de *ahilamiento*.

La causa inmediata de esta alteracion es debida á la presencia de un esceso de fermento soluble ó de gliadina, y á la falta de tanino ó principio astringente que escasea en estos vinos, por haber fermentado los mostos de que proceden, fuera del contacto de la casca, y haberse obtenido dichos mostos con la uva despalillada y muy asoleada. El remedio consiste, pues, en precipitar este esceso de materia nitrogenada, dejando en el líquido tan solo la que es indispensable para que la fermentacion lenta se reproduzca en el seno del mismo, sin dar margen al ahilamiento de que tratamos.

¿Cómo se remedia el ahilamiento?

64. La sustancia de que nos valemos para remediar esta alteracion, es el tanino, si seguimos el consejo de Dumas. El tanino entonces, disuelto en la menor cantidad de agua y bien incorporado con el vino,

forma una combinacion insoluble con el esceso de la gliadina contenida en el vino, reproduciéndose una precipitacion y clarificacion parecidas á las que mas arriba (60) hemos visto. Françоis, farmacéutico de Nantes, aconseja el uso de las serbas, ó del fruto del serbal. Las serbas se machacan y agitan en tal estado con el vino alterado. Una media libra de ellas es lo que emplea para cada ocho arrobas de vino. En este caso obra este fruto por el tanino en que abunda. Algunos aconsejan la simple infusion ó tintura de agallas; pero no creemos aceptable este medio, por cuanto es indudable que con el tanino de dichas agallas se añaden al vino otros cuerpos solubles que le son estraños, y nunca debe contener, siquiera se hallen en pequeña cantidad. Tambien se ha propuesto, y lo prefieren muchos cosecheros entendidos del vecino Imperio, el tanino estraido del catecú por medio de una infusion del mismo en agua alcoholizada, ó mezclada con su propio volumen de alcohol á 36° Bᵉ. Los resultados obtenidos con él, segun el *Vigneron* francés (*), son con mucho preferibles á los que da el tanino estraido de las agallas, aconsejado por Dumas. Conservacion del vino.

65. El medio mas sencillo, mas natural y mas al alcance de todos los cosecheros, consiste, sin embargo, en aprovechar el tanino contenido en la misma uva. No se olvide, en efecto, que si el vino blanco carece del tanino suficiente para impedir el ahilamiento, se debe á que su mosto fermentó solo, ó sea sin la presencia de la casca, porque queríamos impedir que las materias colorantes de esta se añadieran ó disolviesen en gran cantidad en el vino que se formaba; pero al propio tiempo que hemos conseguido este objeto, el vino resultante está pobre ó escaso en el principio curtiente que toma ó disuelve especialmente de la pepita ó grano de la uva, asi como de su raspa ó escobajo. Recuérdese que se ha aconsejado el despalillado (29) para obtener vinos menos acerbos ó menos *verdes*..... Por esto decimos que lo mas natural es poner remedio al mal de que se trata, por los mismos medios que emplea la naturaleza, echando mano del principio astringente contenido en gran cantidad en las pepitas mencionadas. Entonces, pues, siguiendo Medio preferible y natural de remediar el ahilamiento.

(*) París, 1850, pag. 303.

Conservacion del vino.

el consejo de VERGNETTE-LAMOTTE (*), haremos una infusion de dichas pepitas en agua hirviendo, dejándolas en ella hasta que se enfrie, y esta infusion será la que emplearemos en lugar de las demás sustancias arriba indicadas. El autor aconseja que se deje macerar hasta el dia siguiente, y que, llegado este, se infunda todavía al calor del baño de María por espacio de media hora, habiendo antes estrujado bien con las manos las pepitas de que se trata. Luego se cuela, y el líquido (solo unas veces, y otras mezclado con su volumen de espíritu de vino) se mezcla al vino que se desea corregir. Mezclado con su dicho volumen de espíritu, el infuso este se guarda largo tiempo en botellas herméticamente cerradas, bien que no llenas del todo, y echadas á la manera que las del vino de Champaña, mientras se está completando la fermentacion del azucar que se le añade, para tenerle mas rico en alcohol y al propio tiempo mas espumoso.

¿Cómo se impide el ahilamiento?

Para tales casos, el viñero ó cosechero cuidará de tener siempre guardado un poco de la pepita ó grano de que se trata, debiendo ser del año para evitar los efectos del enranciamiento en que pudiera hallarse el aceite fijo contenido en su interior, si fuere añeja. Se empleará muy limpia y entera, como queda dicho, á fin de impedir que dicho aceite salga por la accion del agua hirviendo. No se necesita, por lo demás, que se machaque ó desmenuce para soltar su principio astringente, por cuanto este se halla siempre contenido en el epispermo ó cubierta esterior de la semilla.

66. Corríjese igualmente el ahilamiento añadiendo un poco de un ácido, tártrico sobre todo, y tambien con el bitartrato potásico; lo cual nos dice que si los mostos que fermentan tienen la acidez correspondiente, se impedirá la fermentacion viscosa del producto de su fermentacion. Por esto hemos aconsejado, al tratar de corregir la acidez de un mosto (54), que solo se neutralizase el esceso de ácido que tiene sobre el que presenta en los años buenos, y que se haga con el tartrato potásico, porque entonces añadimos al vino indirectamente el bitartrato, que es aquí un buen preservativo de la alteracion que nos ocupa. Si esta alte-

(*) *Moniteur industriel*, 1848, núm. 1.300.

racion ya se ha presentado, es bueno añadir al vino al mismo tiempo un poco de azucar para reemplazar el que hubiese esperimentado la fermentacion viscosa. Consultado BATILLIAT por un cosechero de Colmar para corregir el ahilamiento que con frecuencia esperimentaban sus vinos, le aconsejó que por 8 arrobas de caldo le añadiese 2 libras de azucar y 4 onzas de bitartrato potásico ó cremor tártaro en polvo fino. El remedio dió los mejores resultados. Conservacion del vino.

Pero, no olvidemos que las mismas cantidades tal vez no serian tan eficaces en otros casos. Lo contrario sucederia si fuesen la síntesis ó el resultado de los respectivos ensayos ácidi y sacarimétricos, practicados con el mosto, con el vino bueno de un año en que no se ahila, y con el vino en el momento en que se estuviese ahilando. Aqui tenemos, pues, un nuevo caso, que nos prueba lo indispensables que son los ensayos mencionados. Practicándose estos con los mostos y con el vino luego de concluida la fermentacion, asi como en diversos períodos de esta, el cosechero conoce de una manera segura la marcha que sigue, y las cantidades de azucar que van destruyéndose ó convirtiéndose en alcohol y ácido carbónico en los tiempos normales; y como con la mayor facilidad podrá determinar el azucar contenido al presentarse el ahilamiento, sabrá al momento entonces la cantidad del mismo que debe añadirle para reemplazar el que hubiese sido destruido por efecto de esta alteracion.

Una vez demostrada la propiedad de los ácidos y de las sales ácidas para contener los efectos del ahilamiento, fácil es adivinar que se empleen algunas veces otras sustancias distintas del bitartrato potásico y del mismo ácido tártrico. En su lugar se han tomado, en efecto, el ácido sulfúrico y el alumbre, el último, sobre todo, de una manera bastante general. Sin embargo, debe reprobarse completamente el uso de estos cuerpos por insalubres, y atenerse en particular al ácido tártrico ó al bitartrato potásico, caso de no quererse emplear los medios antes indicados. Son malos el ácido sulfúrico y el alumbre.

67. Los cosecheros de Jerez, lo mismo que los de Málaga, contienen el ahilamiento de sus vinos generosos *dulces* añadiéndoles una cierta cantidad de alcohol ó espíritu de vino á 35° B.$^{e}$, y luego los clarifican con claras de huevo, como arriba queda indicado. Segun trabajos especiales del entendido Batilliat, el alcohol precipita del vino una sus-

Conservacion del vino.

El alcohol impide tambien el ahilamiento.

tancia que es causa de su enturbiamiento, y que le dispone tambien á la fermentacion viscosa. Las *malvasías*, tratadas con la suficiente cantidad de dicho alcohol, se enturbian en efecto, y sueltan unos filamentos de una sustancia viscosa, que se reunen en la superficie del vino, y se pueden recojer entonces por medio de un alambre encorvado á manera de corchete. La sustancia que los compone, segun dicho autor, no es precipitada por el tanino ni por las claras de huevo al hacer la clarificacion ordinaria; por esto cree que es distinta de la gliadina, y le da con tal motivo el nombre de *coactilo* (por encojerse mucho y reducirse á un pequeño volumen dichos filamentos por la desecacion, en lo cual, á la verdad, no hallamos razon suficiente para admitir un principio distinto ó particular).

Lo que Batilliat nos dice sobre este particular en cuanto á los resultados prácticos, viene efectuándose hace mucho tiempo por los entendidos cosecheros andaluces, sin pararse en los nombres, y mucho menos en teorías. La esperiencia, que en todo es la mejor maestra, aunque á veces solo se alcanza despues de muchos sacrificios y desvelos, se lo enseñó antes que el enólogo de Macon pensara en su coactilo.

Por lo demás, cuando á los vinos les añaden el espíritu, que en general reciben de Cataluña, los cosecheros mencionados dicen que los *encabezan*, y tambien que los *aguardientan* ó que los *aseguran*.

Las cantidades que de aguardiente mezclan á los vinos, no siempre son las mismas: el paladar de los capataces de bodega ó de los catadores, es el único barómetro que las señala. Así es que por 30 arrobas de vino mezclan ó incorporan desde 1 hasta 2 arrobas del espíritu mencionado. Esta adicion asegura tambien la duracion del vino, y le priva de que se acede. Los vinos catalanes, lo mismo que los andaluces, si no se les añade una porcion del mismo, no pueden resistir, por ejemplo, el viaje á nuestras Antillas sin acedarse. Esta adicion de alcohol, como desde luego se comprende, puede reemplazarse con su equivalente de azucar añadido al mosto que debe suministrarnos los vinos para la esportacion. Entonces está claro que, al concluir esta, el vino tendrá ya toda la riqueza alcohólica que asegura su conservacion.

pudiendo ser esportado por lo mismo sin necesidad de añadir mas espíritu de vino. Conservacion del vino.

68. En Málaga esta mezcla y la clarificacion subsiguiente tiene lugar en los almacenes de la ciudad, donde se efectua lo que allí llaman la *crianza de los vinos*. Al efecto se reciben estos en dichos almacenes despues de bien decantados de las tinajas en que fermentaron los mostos, dejando en ellas todas las lias ó heces, se envasan en barriles o botas de madera, y se les incorpora por 30 arrobas de vino, *si es blanco*, 1 arroba de espíritu á 35° B.ᵉ en dos tiempos distintos; en seguida los trasiegan y clarifican con claras de huevo hasta que es bien claro y trasparente. Luego se envasa en la bota que debe guardarle mas ó menos tiempo. Si los vinos *son de color*, solo se les añade media arroba de espíritu por las mismas 30 de caldo; pero despues le mezclan tambien otra media arroba de vino de color hecho con arrope quemado y 1 arroba de arrope sin quemar; trasiegan, clarifican y envasan. En este caso, como se advierte, tenemos un vino *compuesto*, bien que siempre figura entre los dulces colorados por el arrope que se añade al vino ya fermentado, y encabezado ó aguardientado. Crianza de vinos.

La adicion del espíritu de vino, en definitiva, obra de dos modos distintos: 1.° precipitando una buena cantidad de sustancias albuminoideas que constituyen el fermento soluble; 2.° oponiéndose á una fermentacion demasiado activa, pues es sabido que figura dicho vehículo entre los agentes que mas favorecen la conservacion de los cuerpos mas fáciles de alterarse y hasta de podrirse. ¿Cómo obra el espíritu de vino contra el ahilamiento.

No se olvide nunca que el espíritu que se añade al vino, ha de proceder de este precisamente, rechazando por completo el que se obtiene de la casca ú orujo, así como el que se fabrica destilando los zumos fermentados de la remolacha, del asfodelo, de los higos, de los sorgos y demás plantas sacarinas, y tambien el aguardiente de caña. Estos espíritus en su gusto y olor descubren, en efecto, á los conocedores inteligentes lo ordinario de su origen; siendo de advertir, que estos mismos conocedores los descubren tambien al momento cuando han sido mezclados á los vinos, desmereciendo estos entonces considerablemente de su precio, si es que no son rechazados del todo, como mas de una

Conservacion del vino.

vez ha sucedido. Hay mas: del vino debe obtenerse su espíritu, para este uso, en los aparatos de destilacion contínua, y nunca en los intermitentes ó alquitaras, pues en este caso tambien el espíritu adquiere con facilidad un resabio desagradable (á empiréuma ó á quemado), que un paladar esperimentado descubre muy luego en el vino mismo que con él se encabezare. Si los aguardientes y espíritus catalanes gozan de tan justa como celebrada nombradía, es debido á que se obtienen con el vino, y en los aparatos de destilacion contínua mencionados.

Resumen sobre el ahilamiento.

69. Resumiendo cuanto se acaba de decir para impedir el ahilamiento de los vinos, vemos en definitiva que los diversos medios aconsejados para conseguir este objeto, se reducen á precipitar el esceso de la gliadina ó fermento soluble que contiene el vino blanco ó muy dulce, y que preside á la fermentacion viscosa. No hay una pauta segura á que atenerse para conocer las cantidades que deben emplearse de los cuerpos que se han aconsejado: la esperiencia en pequeño es la única señal que tienen los cosecheros mas escrupulosos; pero como esta esperiencia toma su tiempo (y un tiempo precioso cuando esta descomposicion ó el ahilamiento está en marcha), sería bueno establecer un principio ó medio seguro para cuando se presentase el caso de poner remedio al ahilamiento.

¿Cómo se determina el fermento soluble que preside el ahilamiento?

Este medio solo lo encontramos determinando la mayor ó menor cantidad de principios nitrogenados contenidos en el vino que se ahila; y si bien la solucion de este problema es bastante dificil, no la consideramos, sin embargo, del todo imposible. Recordemos al efecto, que las sustancias albuminoideas ó protéicas que aquí presiden á la alteracion de que nos ocupamos, son solubles en la potasa, y que su disolucion puede hasta hervirse sin que se descompongan sensiblemente (si prescindimos del azufre que contienen, y da lugar á la formacion de un sulfuro alcalino), tanto que si luego neutralizamos el esceso de álcali con un ácido, podemos recojer de nuevo la parte dominante del cuerpo protéico (como si dijéramos del *fermento*). Entonces, sacando partido de esta propiedad, tomamos un peso conocido del vino que se ahila ó suele ahilarse; le tratamos con un esceso de potasa hasta que presente una reaccion alcalina manifiesta, y le sometemos á la ebulli-

cion hasta que no se nota el menor desprendimiento de amoniaco. Este amoniaco, como se sabe, procede de las sales amoniacales, sobre todo del lactato amónico, que se formaron durante la fermentacion del zumo de la uva, como antes hemos visto (19), y tambien de un poco de carbonato de la misma base. Una vez descompuestas las sales amoniacales, se neutraliza el esceso de potasa con el ácido clorhídrico, se evapora á sequedad el todo, y luego, prévio el análisis elemental, se determina el nitrógeno contenido en el resíduo de dicha evaporacion. Conservacion del vino.

Este nitrógeno estará relacionado con la mayor ó menor cantidad de los principios albuminoideos de que tratamos, y es seguro que si le determinamos exactamente, la cantidad que del mismo encontremos, nos indicará de una manera aproximada la de dichos principios nitrogenados ó albuminoideos. Como no sabemos de fijo cuál sea la naturaleza de estos, ni si están representados por la albúmina vegetal sola, ó acompañada de la gliadina, y tal vez tambien de la legumina, etc., por esto decimos que esta determinacion será aproximada; al paso que si fuese representado el llamado fermento soluble por uno solo de dichos principios, como sabemos la composicion de cada uno de ellos, está claro que por una sencilla ecuacion, una vez conocido uno de sus factores, cual es el nitrógeno, podria determinarse la cantidad del principio inmediato de que forma parte, de una manera absoluta.

70. Pero, no por carecer de este caracter, creemos menos esencial el determinar el nitrógeno contenido en los principios azoados de los vinos. Si se conociese este nitrógeno, de seguro se encontraría ser mas abundante en el vino que acaba de esperimentar la fermentacion tumultuosa, que en el que ha pasado ya por la lenta ó insensible, y mas abundante tambien en un vino dulce que se ahila, que en otro de la misma clase que no esperimenta esta alteracion. El esceso de nitrógeno del primero sobre el segundo en el último caso, nos representaría el esceso de fermento que preside á la fermentacion viscosa. Ensayos separados hechos con tiempo y con vinos propensos á ahilarse, y con las sustancias que se aconsejan para impedir que esto suceda, nos dirian entonces cuánta cantidad de cada uno de ellos se Determinacion de los cuerpos nitrogenados en el vino.

Conservacion del vino.

necesita para conseguir el efecto que se busca, y tambien cuál es la preferible.

Determinacion de los cuerpos nitrogenados en el vino.

Este conocimiento de los principios nitrogenados que obran como fermento, le serviria igualmente al cosechero cuando tiene que mejorar sus mostos con la adicion del azucar, pues es claro que si se pone de este mayor cantidad de la que puede fermentar con la destruccion de la del fermento contenido, el vino resultante será siempre dulce, cuando tal vez le queria seco, y vice-versa.

Se nos dirá acaso, que este medio exije mas conocimientos de los que deben suponerse en la generalidad de los cosecheros: pero á esto responderemos, que no hay otro medio para resolver lo mas acertadamente posible la interesante cuestion que se ventila; y en cuanto á dicha falta de conocimientos, responderemos que los tienen bastantes, por ejemplo, los profesores de física y química de los institutos de Jerez de la Frontera, Málaga, Alicante y demás puntos vinícolas, á los cuales (prévia la retribucion correspondiente) podria pedir ó encargar su estudio quien careciese de ellos. Estos mismos profesores, *oficial* ú *oficiosamente*, deberian encargarse tambien de los ensayos ácidi y sacarimétricos, con lo cual se regularizaria aún mas la fabricacion del vino. Mas espedito y seguro sería todavía poner en todos los centros vinícolas un pequeño laboratorio y una persona competente, pagada por la provincia respectiva, para atender á todos estos trabajos en los casos de que tratamos, prévia una retribucion módica de parte del que necesitase llamarlos en su auxilio. Cuando pagan gustosas, por ejemplo, la dotacion de un Director ó médico de baños, y los demás gastos que llevan consigo los establecimientos de esta clase, con mas gusto atenderian las provincias á los gastos que se exigirian para montar el *laboratorio para los ensayos de vinos y mostos*, cuyo buen trabajo constituye una de las principales fuentes de su riqueza.

## Flores ó moho del vino.

Flores ó moho del vino.

71. Cuando el aire tiene libre acceso dentro de los vasos que contienen el vino, ó estos vasos no están del todo llenos, en la superficie

del caldo aparecen unos puntos blancos al principio, que van estendiéndose siempre mas, aparentando luego como unas estrellitas, cuyos radios divergentes al fin llegan á cruzarse, constituyendo entonces una sábana de dicho color que recubre todo el vino. Este, lo mismo que el tonel, toman, en este caso, el olor y sabor característicos, diciéndose por lo tanto que sabe y huele á moho.

Conservacion del vino.

Flores y moho del mismo.

El medio naturalmente indicado para evitar esta alteracion, consiste entonces en procurar que los tapones de las pipas ó botas cierren de manera que, permitiendo la salida al ácido carbónico que puede desprenderse, impidan la entrada del aire esterior. Para lograr este objeto, se han aconsejado un sin fin de cerraduras ó tapones. Para nosotros el tapon mas sencillo se reduce á elegir uno bueno de corcho, en cuyo centro se practica un agujero cilíndrico por medio de una lima ó escotina de las llamadas de cola de raton, que le atraviesa; en este agujero luego se sujeta ó ajusta perfectamente uno de los estremos de un tubo encorvado dos veces en ángulo recto, pero de brazos desiguales, siendo el mas largo el que ajusta en el corcho, é inmergiendo el otro brazo en un vaso lleno de agua, que descansa sobre la bota. De esta manera, el ácido carbónico que puede desprenderse de la pipa ó barril, saldrá sin que tenga que vencer mas resistencia que la que le opone la pequeña columna de agua desde la mayor profundidad á que alcanza el brazo inmergido, hasta el nivel de la misma, siendo de todo punto imposible que penetre el aire en el interior de la bota, en tanto que el mencionado brazo toque siquiera por su estremo en el agua. Cuando este estremo no alcanzase al agua, entonces sí que entraria el aire por el mismo camino por donde sale el ácido carbónico. Cuídese, pues, que nunca falte agua en el vaso en cuestion, y tenemos bien asegurada una cerradura hidráulica de las mas sencillas, cuyo efecto será tan seguro, como importantes los resultados que con ella obtendremos por lo que toca á la conservacion del vino.—Conociendo bien el principio de esta cerradura, se comprende que podrá recibir diferentes modificaciones. Si no se quiere que el tubo sea de vidrio por su estrema fragilidad, no hay inconveniente en hacerle de hoja de lata, mientras se tome la precaucion de barnizarle bien, para que no se oxide y destruya pronto por la

Conservacion del vino.

Flores y moho del mismo.

accion del agua. En este caso, hasta se puede soldar el estremo corto con el vasito de la propia hoja de lata en que se pone el agua. Si no se quiere la forma angular del tubo en cuestion, désele la de un arco de círculo mas ó menos prolongado.

Estos malos caracteres se desarrollan ó presentan tambien con frecuencia, cuando, al pisar la uva, no se separó bien la parte que estaba ya podrida, lo mismo que cuando las vasijas de fermentacion y la de envase no estaban bien limpias. Un huevo pasado, cuya clara se hubiere empleado en la clarificacion del vino, bastaria tambien para desarrollar este vicio. En estos últimos casos tienen lugar el mal olor y el sabor á moho, aun cuando el vino esté en vasos bien llenos y mejor cerrados, sin que, por lo mismo, se haya presentado el moho.

En uno y otro caso, cuando ya se ha presentado esta alteracion, lo que procede es el trasiego del vino en barriles bien azufrados, y su clarificacion y nuevo trasiego para separarle de la sustancia que ha sedimentado. De este modo, si el enmohecimiento principiaba ó no estaba muy desarrollado, muchas veces se consigue el remedio que se busca; pero si el mal está mas arraigado, lo que debe hacerse, es acudir al uso del carbon, que se introduce en el seno de la pipa ó barril, y goza de la propiedad de quitar bastante ó de destruir el vicio de que se trata. El carbon animal debe preferirse al vegetal, tomándolo siempre, en este caso, del que ha sido purificado con el ácido clorhídrico, para librarnos de la accion que el carbonato de cal contenido en el carbon animal ordinario, no dejaria de ejercer sobre los ácidos ó la acidez normal de un buen vino. La cantidad que del mismo debe tomarse, se determinará con ensayos prévios. Se llenarán, por ejemplo, seis botellas con el vino viciado; se numerarán bien para no confundirlas entre sí; se echará á cada una una cantidad distinta y conocida de carbon; se agitará bien de vez en cuando, esperando dos ó tres dias; se dejará sedimentar, y estando bien trasparente, se decantará el vino para examinar sus cualidades. La cantidad de carbon que mas tarde debe tomarse, será la que se hubiese empleado para obtener el mejor resultado, que seguramente notaremos en alguna de las seis botellas. Si estas son de dos cuartillos, podrá ponerse en este ensayo, por punto general, 1 gramo de carbon en la de número

1, 2 gramos en la número 2, y así consecutivamente, hasta pener 6 gramos en la que lleva este número. Por este medio se quita las mas de las veces el mal gusto; pero al mismo tiempo puede el vino perder algo de su aroma, y mucho de su color. Por esto es indispensable el ensayo prévio de que hablamos, antes de arriesgarse á trabajar con grandes cantidades de líquido.

Conservacion del vino.

Flores y moho del mismo.

Mas, si la alteracion esta es muy profunda, no hay que hacerse ilusiones, pues entonces es sumamente difícil, por no decir imposible, el corregirla. El aguardiente ó alcohol mismo que con semejante vino se obtiene, deja sentir al momento el olor y el sabor mencionados. El mismo vinagre que con tal vino se fabricare, revela su vicioso origen, bien que es mas fácil disimularle con el uso del carbon, que es mas activo con el vinagre que con el vino.

Los ácidos naturales del vino son destruidos durante esta alteracion, sucediéndoles lo mismo que á las disoluciones acuosas de los ácidos cítrico, tártrico, málico, etc., si se conservan algun tiempo en frascos medio llenos. Por esto se encuentra algun remedio, ó disimula un tanto el vicio este, con la adicion de un poco del ácido tártrico ó del bitartrato potásico al vino, despues que se ha sometido al tratamiento antes indicado.

En definitiva, pues, mas bien que en corregir, hay que pensar en evitar la alteracion de que tratamos; lo cual es sumamente fácil si las bodegas en que se hallan las pipas ó barriles, están siempre á la baja temperatura que se ha indicado, y las vasijas llenas en lo posible, y fuera del contacto del aire. Una lijera capa de aceite puesta sobre el vino (cuando se guarda en tinajas como en Málaga, ó en grandes ánforas como en Sevilla), es la mejor y mas sencilla cerradura que puede aconsejarse, y que desde mucho tiempo se emplea en varios puntos de nuestro pais; pero cuídese que el aceite en este caso no sea rancio, ni tenga mucho menos mal olor, pues, de lo contrario, es sumamente facil que estos vicios del aceite se comuniquen al vino de una manera mas ó menos ostensible.

## Avinagrarse ó acedarse.

El vino se avinagra.

72. Si no se contiene á tiempo la alteracion de que acabamos de hablar, pronto le sucede otra, cuyo término en la trasformacion completa del alcohol del vino en ácido acético (20): entonces, pues, el vino se *avinagra* ó *aceda*. Recordando las causas que preceden y acompañan á la fermentacion acética, si por otra parte el vino se fabricara con las precauciones que van indicadas, y luego se repusiere tambien cual se ha dicho, sería de todo punto imposible la formacion espontánea del vinagre. Aun cuando el vino tenga un esceso de gliadina ó fermento soluble, y la bodega no fuese de las mas frescas, mientras se le privase del acceso del aire, sería de todo punto imposible el que se acedase. Los vinos ordinarios son en general los mas propensos á avinagrarse.

Observemos desde luego, que la acetificacion nunca se desarrolla en el vino, en tanto que este se halla saturado ó cargado del ácido carbónico, que mantiene disuelto cuando acaba de tener lugar la fermentacion del mosto. De aquí el que se haya pensado, que el medio mas espedito de contenerla, es el volver al vino el ácido mencionado, que pierde pronto cuando los trasiegos del mismo tienen lugar por los medios ordinarios y al contacto del aire. Disponiendo, en efecto, el aparato necesario para proporcionarse este gas ácido, y llenando con él los barriles en que vamos á traspasar el vino que empieza á picarse, si luego se mantienen herméticamente cerrados, no se aceda aun cuando ya estuviera picado, ó en él se encontrase desarrollada una acetificacion incipiente.—Nada mas facil ahora que disponer el aparato productor del ácido carbónico. Tomando un barril ó tonel mediano, y puesto vertical, en el fondo superior se harán tres aberturas: una grande hácia el centro, para introducir fragmentos de caliza en pedazos como avellanas, ó creta; otra á uno de los lados para dar entrada á un tubo de plomo, que por arriba y encima del fondo superior terminará en embudo, y por abajo llegará cerca del fondo inferior; la tercera, opuesta á esta, servirá para ajustar un tubo encorvado, de manera que dé paso al gas que se

podrá producir en el barril este, y lo conducirá dentro de otro medio lleno de agua, donde se lavará, y del cual, á beneficio de otro tubo dispuesto de una manera análoga, será conducido á un tercer barril casi lleno con fragmentos de caliza, penetrando en él por su fondo inferior. En el superior este barril tendrá ajustado un tubo de cobre encorvado en ángulo recto, de brazos desiguales. El mayor, que es el que arranca del fondo indicado, tiene un pequeño tubo, encorvado en ángulo recto tambien, que penetra en la parte superior de un frasco bitubulado que tiene un poco de agua en su interior, dentro de la cual inmerge uno de los estremos de un tubo de seguridad recto, que está ajustado en el corcho que cierra la segunda tubulura. De esta manera, el tubo de seguridad de este frasco será un verdadero manómetro, que nos indicará hasta cierto punto la presion del ácido carbónico que sale, y tambien el instante en que cesa su desprendimiento. Por lo demás, el ácido este se dirije á las pipas que se quieren llenar de él, por medio de un tubo de goma elástica volcanizada, que por un estremo se une con el brazo corto del tubo de desprendimiento, y por el otro con otro tubo de vidrio ó de estaño, que penetra hasta cierta profundidad dentro del barril ó pipa, atravesando el tapon que la cierra. Por medio de una llave como la que se observa en la pipeta que se describe al final de este trabajo, y que se aplica en uno de los puntos intermedios de este tubo, se favorece ó impide el paso del ácido carbónico. Dispuesto el aparato cual se acaba de describir, en el primer barril se introducen los fragmentos de caliza indicados, ó la creta; luego se cubren con agua, procurando que esta cubra ó cierre el estremo inferior del tubo-embudo, y por este se añade por tiempos ácido clorhídrico (muriático) si se emplea la caliza compacta, ó el sulfúrico si es la creta: reaccionando estos ácidos sobre el carbonato de cal, dan lugar en el primer caso á la formacion de cloruro de cálcio, agua y ácido carbónico, y en el segundo al sulfato de cal y al ácido carbónico. Este, en ambos casos, es lavado primero por el agua, y luego, atravesando el barril que contiene fragmentos de cal carbonatada, deja en ellos el poco ácido clorhídrico ó sulfúrico que aún podria arrastrar, saliendo, al fin, puro el ácido carbónico con que se llenan los barriles.

Conservacion del vino.

El vino se avinagra.

Ahora, para llenar estos, suponiendo que son varios los que con-

Conservacion del vino.

El vino se avinagra.

tienen vino picado, y designándolos con los números 1.°, 2.°, 3.°, 4.°, etc., se empieza levantando el tapon del número 1.°, por ejemplo, y sustituyéndolo por otro que ajusta bien, y da paso al tubo de vidrio ó estaño que comunica con el de goma elástica; se facilita la llegada del ácido carbónico que se desprende, abriendo la llave que tiene este tubo, con lo cual pronto se verá que ejerce cierta presion en el vino, indicada por el manómetro descrito. Cuando esta presion es de unos 20 ó 24 centímetros, se abre la llave del barril para dar salida al vino que contiene, el cual es reemplazado por el ácido carbónico. La salida del vino debe hacerse de manera, que el manómetro siempre nos indique una lijera presion; de lo contrario, si este diese entrada al aire, su oxígeno desvirtuaría en parte los buenos efectos que esperamos del ácido en cuestion. Ya lleno con este el tonel, y recibido en otro vacío el vino que contenia, y cerrada su llave, se dirije el ácido carbónico al tonel número 2.°, y su vino, á medida que sale, se introduce en el número 1.° por medio del embudo correspondiente, hasta que esté lleno del todo. Del propio modo se pasará luego el vino del número 3.° al barril número 2.° lleno de ácido carbónico, y el del 4.° al 3.°, llenando el último, al fin, con el vino que se sacó del 1.° Por este medio, disolviéndose el ácido carbónico en el vino á medida que este se pasa de uno á otro tonel, se asegura su conservacion de una manera especial, conteniéndose toda acetificacion.

De todos modos, si desgraciadamente el vino empieza á avinagrarse de una manera muy pronunciada, por no practicarse el medio que acabamos de indicar, en vez de corregir su acidez siempre creciente, debe favorecerse, prefiriendo obtener un buen vinagre á un mal vino. Es indudable que se puede corregir la acidez incipiente del vino en el caso que nos ocupa, sea con un poco de carbonato potásico ó con la creta misma, en cuyo caso el ácido acético formado pasa á acetato de potasa ó de cal (*); pero, el vino así mejorado conserva siempre un gusto que

(*) Debe rechazarse por completo el uso del litargirio ó del plomo metálico, empleado por bastante tiempo para neutralizar el ácido acético. Se preferia este medio de neutralizacion, por ser el acetato de plomo resultante, de un sabor azucarado y

descubre el remedio, y que no es peculiar por lo mismo de un vino bueno.

Conservacion del vino.

El vino se avinagra.

Háse aconsejado tambien mezclar al vino un poco de arrope, ó bien azucar directamente. Esta adicion estaba dictada por la observacion que llevamos ya hecha, de que la fermentacion acética es posterior á la alcohólica, y que, por lo mismo, nunca se desarrolla en un vino, en tanto que tiene todavía azucar por descomponer. Es probable que se pueda reproducir la fermentacion alcohólica, y coartar la acética por este medio; pero no es menos cierto que el vinagre formado subsiste en el vino. Tambien han aconsejado otros la adicion de pasas ó de uvas bien sazonadas dentro del vino que ya se ha *picado*, en cuyo caso es siempre su azucar el que obra del modo que se acaba de decir. Algunos, en fin, hasta han echado mano de la leche desnatada en la cantidad de $\frac{1}{50}$ del vino, decantando este al cabo de cinco ó seis dias, con lo cual se le añade la lactosa ó azucar de leche, que podrá fermentar á la manera de la glucosa; mientras que otros prefieren inmergir en el vino un saquito con trigo cocido. En este último caso, la fécula hidratada se supone que esperimenta la fermentacion sacarina, hidratándose mas á espensas del fermento, y suministrando, por lo tanto, la glucosa como en los casos anteriores.

$$\underbrace{C^{12}H^{10}O^{10}}_{\textit{Fécula.}}+2HO=\underbrace{C^{12}H^{12}O^{12}}_{\textit{Glucosa.}}$$

Pero, lo repetimos, aun cuando por estos diversos medios podemos añadir ó regenerar en el vino el alcohol que pasó á ácido acético, ninguno hace que desaparezca la mayor ó menor cantidad que de este se hubiese formado, resultando siempre un vino de mala calidad. Acon-

---

agradable desde luego; pero es de advertir que goza de propiedades altamente venenosas. Parece ser que un sacerdote de la Selva Negra, llamado Martin el Bavaro, ha sido el primero en recomendar el plomo para endulzar los vinos, ignorando, sin duda, que diese lugar á un verdadero veneno. (Girardin, *Leçons de Chimie industrielle*, pág. 967).

Conservacion del vino. séjase tambien la clarificacion con la leche, antes indicada, para separar las pequeñas porciones de ácido acético que se hubiese formado, fundándose en la propiedad que tiene este ácido de formar un compuesto insoluble con la caseina ó cáseo de dicha leche; y los resultados parecen ser satisfactorios (*).

De otra parte, en este mismo caso, si damos crédito á los trabajos de Mr. Ure (**), la acidez debida al ácido acético se corrije tambien por completo con el tartrato neutro de potasa, de que antes nos hemos ocupado. Los entendidos cosecheros jerezanos, sin embargo de todo esto, cuando el vino pica en ácido, lo destinan á vinagre. Por lo tanto, como decíamos al principio, nos trae mas cuenta obtener un buen vinagre en vez de un vino defectuoso; con tanto mas motivo, cuanto que siempre tenemos una venta segura para el mismo, mayormente si le filtramos al través del carbon para quitarle un esceso de color y hacerle al propio tiempo bien trasparente.

Remedio contra el vino que empieza á acedarse. 75. Siendo efecto de la accion oxidante del aire que penetra por la abertura ó parte superior del vaso, es claro que la aparicion del vinagre tendrá lugar en dicha region. Por esto, antes de destinar todo el vino de una pipa ó bota á vinagre, cuando se observa que se halla picado, será bueno examinar el vino del fondo, separando un poco del mismo por su llave. Si se notase que tambien en esta region es ácido, no habrá mas remedio que destinar el todo á vinagre; pero si, al contrario, se viese que la acetificacion todavía no ha hecho grandes progresos, entonces se podrá arrojar la parte del vino agrio, introduciendo de lo bueno por el fondo ó por la llave misma, y haciendo salir el dañado por la abertura superior.

Al efecto, se puede acomodar á la abertura superior del tonel el embudo que hemos empleado en la segunda fermentacion para recojer las espumas y el vino que salen durante la misma, y por medio de otro embudo de pico mas largo que la altura del tonel, introduciremos por la llave misma de este, vino nuevo, mientras el que vomitare ó

(*) Boussingault, *Economie rurale*, t. 1, pag. 524. París, 1851.

(**) *Journal de Chimie médicale*, 3.e *série*, t. V, *pag*. 181.

arrojare presente todavía una acidez ó sabor á vinagre manifiesto. El embudo este, además, tiene junto al fondo de su pico un tubo pequeño, para dar salida al aire que en él mismo está contenido cuando se empieza á llenar. Sin esta precaucion, este aire sería inyectado dentro del tonel, produciendo la agitacion subsiguiente y la mezcla de su contenido; lo que á todo trance se debe evitar. La union del embudo este con la llave se establece por medio de un tubo de goma elástica volcanizada, ó por otro medio cualquiera; y como la llave misma contiene un poco de aire antes de ponerla en juego, se la abre al principio un instante para arrojarlo. Tan luego como el tubo de union está lleno del vino que sale, se vuelve á cerrar la llave, se llena el embudo con el vino nuevo ó bueno, y luego que está lleno, se abre de nuevo la llave, y continúa añadiendo sucesivas cantidades del vino bueno para ir arrojando el que está acedado. Una vez renovado de este modo el vino dañado, se traspasará á otro tonel azufrado, se clarificará con gelatina, como se ha dicho, y se trasegará de nuevo á otro tonel igualmente azufrado. Si este medio se combina con el empleo del ácido carbónico antes descrito, el resultado no deja nada que desear. Conservacion del vino.

De esta manera se puede corregir una acetificacion incipiente, pero nunca cuando se hubiese ya generalizado á toda la masa del vino.

## Amargor del vino.—Enturbiamiento y pérdida de color del mismo.

74. Los vinos de larga duracion á veces se alteran de modo, que su sabor natural es reemplazado por un gusto mas ó menos amargo. Cuando se observa esto, se aconsejan varios medios para mejorarlos. Amargor del vino.

Si se tiene un tonel con buenas *madres* ó *soleras*, se trasiega el vino dañado á este tonel, y el remedio suele ser seguro. Tambien suele mejorarse introduciendo en el mismo tonel en que se encuentra, un poco de heces ó de *madre* (lenguaje vulgar) de un vino de la misma calidad, mas joven y que no esté alterado. A falta de esto, se puede remediar ¿Cómo se corrije?

Conservacion del vino.

igualmente mezclándolo con vino mas joven, de la misma calidad por supuesto.

¿Cómo se corrije el amargor?

Aconséjase, de otra parte, el uso de la cal como un remedio seguro contra la enfermedad que nos ocupa. Debe emplearse recientemente hidratada, y en cantidad que varía de 0'gramo 25 á 0'5 para 2 cuartillos de vino. La mezcla tiene lugar en los barriles mismos donde se halla el vino; se procura que se haga lo mejor posible, agitando bien el barril; se deja sedimentar dos ó tres dias, y luego se trasiega á otro barril, donde se clarifica con la cola ó con claras de huevo.—Debe procurarse en este caso ser muy prudente en el uso de la cal, evitando que se emplee un esceso de ella; de lo contrario, el vino podria echarse á perder por completo. Por esto deben hacerse tanteos con diferentes botellas de vino, á las cuales se añaden cantidades distintas de dicha cal, prefiriendo luego aquella que diese mejores resultados. Y como al fijar la cal el cuerpo todavía no bien conocido que causa el amargor, puede reaccionar tambien sobre el bitartrato de potasa del vino, deberá tenerse muy en cuenta la cantidad del mismo que contiene, para añadirle la que fuere menester, caso que desapareciese en cantidad mas ó menos considerable por efecto del remedio de que tratamos. Y seguramente sería mejor restablecer dicho bitartrato por medio del ácido tártrico empleado en la cantidad correspondiente, por cuanto la potasa de dicha sal subsiste siempre en el vino, aun cuando se emplee la cal necesaria para descomponer todo dicho bitartrato natural.

75. Si, practicados los medios primeramente indicados, al propio tiempo apareciese el vino turbio, entonces se le clarifica con claras de huevo, como ya va dicho, y luego se trasiega á un tonel que se acaba de azufrar, cuando se ha sedimentado del todo el agente clarificador, lo que á veces tarda hasta dos meses en efectuarse. Cuando este enturbiamiento tiene lugar en el vino embotellado, se le deja, en la seguridad de que con el tiempo se clarificará por sí mismo, dando lugar á un pequeño depósito. Si luego tuviese que exportarse, entonces se trasiega á unas botellas nuevas y bien limpias, para quitarle el depósito que en las primeras hubiese dejado. Si se quiere acelerar esta clarificacion, en vez de esperar que se efectue por la sola accion (lenta, pero

segura) del tiempo, se vaciará el vino en un tonel, y se clarificará lo mismo que se acaba de decir para el que se guarda en estos casos. Este enturbiamiento le corrijen en horas en las márgenes del Rin por medio del yeso calcinado que echan dentro de las botellas mismas, agitando bien el todo y dejándolas luego en un sitio fresco. El vino se presenta, doce horas despues, del todo trasparente, y de un gusto mas agradable. Su cantidad disminuye un poco, atendido que pierde algo de su agua, que fija el yeso cocido al hidratarse. Por esto el vino parece ser luego mas fuerte. Al propio tiempo ha perdido un poco de su color, como sucede siempre que en su seno se forman ó depositan cuerpos sólidos.

Conservacion del vino.

76. La pérdida de color, por lo demás, no afecta su riqueza alcohólica, y hasta gozan los vinos de un aspecto mas agradable y de un gusto mas suave, despues que han depositado la mayor parte de su materia colorante. Si se quiere restablecer esta, por exijirlo así la calidad del vino ó el gusto de los consumidores, entonces no hay mas remedio que mezclar al vino así descolorado y clarificado, un poco de vino tinto de una calidad que se acerque (ya que no se confunda) al que acaba de esperimentar esta pérdida de coloracion. Para estos casos los almacenistas ó los fabricantes entendidos, tienen siempre dispuesto un poco del vino tinto que necesitan, y que al efecto preparan. Esto lo entienden perfectamente los fabricantes ó viñeros de Chipiona, San Lucar de Barrameda, de algunos pueblos del Aljarafe y del Condado de Niebla, que fabrican de intento vinos de color muy subido, sea para corregir el defecto de que tratamos, sea para colorar un poco los vinos buenos que deben tener cierta tinta para agradar á la vista de los consumidores. Los estractores mismos de Jerez ó los fabricantes que destinan sus vinos á la exportacion, se surten de estos vinos tintos en los pueblos mencionados al efecto consabido. Al vino nunca debe añadírsele otra materia colorante que la del mismo vino. Por esto debe reprobarse la adicion de diferentes líquidos colorantes, que á veces han sido empleados con harta frecuencia con el fin que nos ocupa. Entrando en ellos de ordinario el alumbre para avivar el color de la materia colorante que se emplea (bayas de sauco, de yezgo, moras, etc.), y

Restablecimiento del color perdido.

Conservacion del vino.

siendo dicho alumbre nocivo á la salud, toda coloracion que reconozca este origen, debe perseguirse como un fraude ó falsificacion verdaderos; debiendo tener entendido los que insistieren en su uso, que nada hay mas facil que reconocer la presencia del alumbre en un vino, y tambien el determinar si su materia colorante procede de la uva, ó de alguna otra procedencia distinta, y por lo mismo fraudulenta.

Se asegura este color con la adicion del tartrato potásico.

77. Además, es bueno añadir con el vino tinto un poco de tártaro en polvo fino, para mejor asegurar la conservacion del color que por este medio se acaba de comunicar á un vino que le hubiere perdido por efecto del tiempo, si se le desea tener colorado á todo trance. La presencia del bitartrato de potasa contenido en el tártaro, es una garantía de la estabilidad del color añadido. Sin dicha adicion del tártaro, sería posible que al cabo de poco tiempo, el vino volviese á presentarse incoloro; por lo cual puede asegurarse desde luego, que si el vino pierde su color con los años, es debido á que antes ó simultáneamente pierde tambien el bitartrato de potasa que naturalmente contiene. De aquí la necesidad de añadirle este bitartrato para asegurar la nueva coloracion.

La cantidad de tártaro ó de bitartrato potásico, que se le debe añadir, ha de determinarse prévio un ensayo acidimétrico, hecho con un vino añejo que no hubiese perdido su color, y que por lo mismo conservase el tártaro natural. La acidez que semejante vino manifestare, nos representará el bitartrato que tiene en disolucion. Por lo tanto, al vino á que se tuviese que añadir dicho bitartrato, se le pondrá la cantidad del mismo que este ensayo manifestare ser necesaria para restituirle la natural que por efecto del tiempo hubiese perdido. Pero, es sumamente raro que se tenga que mejorar el vino en el sentido de que se trata, por preferirse entre los vinos añejos los que son mas licorosos y menos colorados.

Por último, si el gusto amargo que con el tiempo toman ó descubren algunos vinos, no se corrije desde luego por los medios arriba indicados, no hay mas remedio que *quemarlos*, ó destinarlos á la destilacion para aprovechar su espíritu.

## Gusto ó sabor á barril, ó de madera.

Sabor á madera.

78. Si los vinos se envasan en toneles, y estos son hechos de encina ó roble (38), y no se limpiaron ó prepararon bien antes de efectuarse el envase, los vinos pueden disolver una buena cantidad del tanino ó principio astringente en que abundan estas maderas. El paladar de los inteligentes descubre entonces facilmente el *gusto* ó *sabor* á la *madera*. En este caso el vino es mas astringente ó sabe mas á verde, que cuando no disuelve este principio astringente.

En vez de correjirle en el vino, debe procurarse que no adquiera semejante vicio, lo cual se conseguirá constantemente si dichos toneles se han preparado oportunamente del modo que ya queda indicado (38). Lávense bien con un poco de lejía de cenizas comunes, si se quiere, cuyo álcali neutraliza y disuelve el tanino indicado; empléese tambien en su lugar el agua de cal, cuyo óxido térreo forma una combinacion insoluble con dicho tanino; y luego enjuáguense bien con agua hirviendo, hasta que salga del todo insípida, y se evitará dicho defecto. La sola agua hirviendo, por lo demás, si el lavado se hace con cuidado y por largo tiempo, basta para conseguir el objeto que se busca, por ser el tanino muy soluble en ella, y tambien en la fria.

El tonel ó barril en que el vino hubiese adquirido este vicio, no se emplea como nuevo envase sino despues de haber sido convenientemente preparado. Como solo algunas de sus duelas á veces son la causa de esta alteracion, destruyéndose ellas mismas en algunos puntos de una manera mas ó menos profunda, se aconseja entonces que antes de emplear nuevamente estos barriles, y una vez secos ó bien escurridos, se introduzca en ellos un poco de ácido sulfúrico concentrado (aceite de vitriolo), que se cierren bien y agiten en todos sentidos. Este ácido entonces ejerce una accion mas enérgica y destructora sobre los puntos donde la madera es defectuosa, que en los que está sana. Luego se lava con agua en abundancia, renovándola con frecuencia hasta que ya no sale ácida. Despues se lava aún con otra agua, y la cadena de hierro,

Conservacion del vino.

para que se desprenda todo lo que pueda estar adherido en su interior; y por último, si se quiere, se puede pasar tambien un poco de lechada de cal, como antes se ha indicado.

Cuando este vicio del vino reconoce el origen que acabamos de indicar, muchas veces se le pone remedio introduciendo en el barril un poco de aceite de buena calidad, cerrándolo bien, agitando en todas direcciones por un tiempo y dejándolo luego en reposo. No importa que se deje despues el aceite en el barril mismo. Este aceite goza de la propiedad de disolver y retener la causa del mal gusto y peor olor que el vino en algunos de estos casos adquiere.

## Accion de la helada sobre el vino.

Accion de la helada sobre el vino.

79. Dejamos ya indicado que el vino licoroso lo es mas con el tiempo, y que si se guarda en botas de *soleras* añejas, se mejora tambien por la fermentacion insensible que debe esperimentar, y es causa de que todo ó la mayor parte del azucar contenido, se convierta en alcohol y ácido carbónico. Siendo el vaso de madera (bota ó pipa), el agua del vino es absorbida por la capilaridad, y llevada hasta la superficie, donde tiene lugar su evaporacion; y como esta, aunque no muy activa, es siempre constante, resulta que, al fin, efectuándose solo sobre el agua y nunca sobre el espíritu, este á la larga debe dominar en el vino que se conservare en los vasos indicados. Dos causas, pues, contribuyen á mejorar los vinos por la mencionada accion del tiempo.

¿Cómo obra.

Los vinos se mejoran por la congelacion.

Igual objeto se consigue, por caminos enteramente distintos, si los vinos jóvenes se someten á la accion de la helada. Por medio de esta, en efecto, el vino se divide en dos partes: una que no se congela, en la cual se halla contenida la mayor parte del alcohol de todo el caldo, y otra que se hiela, formada especialmente por el agua del mismo; y como á medida que se aproxima la temperatura de la congelacion del agua, disminuye su poder disolvente, está claro que el vino deposita al propio tiempo muchos de los cuerpos que antes tenia en disolucion, tales como el tártaro ó bitartrato de potasa y demás sales, las ma-

terias nitrogenadas, y la mayor parte de las colorantes. Se obtiene, pues, entonces en definitiva, si se separa la parte líquida de la que se solidificó por medio de la helada, un vino, en alguna menor cantidad, es cierto, pero mas rico en alcohol que el primitivo, y con todas las apariencias de añejo. Conservacion del vino. Los vinos se mejoran por la congelacion.

80. Debemos á Vergnette-Lamotte (*) una serie de observaciones curiosas y de la mayor importancia, sobre esta cuestion, concordando tambien con ellas Boussingault en el dia, aun cuando en un principio trató de refutarlas, ó de rebajar cuando menos su trascendencia. He aquí el resumen de los trabajos de aquel entendido cosechero, hechos en varios años y con vinos diversos.

| ORIGEN DE LOS VINOS. | CANTIDAD DE ALCOHOL EN 100 PARTES. | | PERDIDA POR LA CONGELACION EN 100 PARTES. |
|---|---|---|---|
| | Antes de la helada. | Despues de la helada. | |
| 1.as calidades tintos. . . 1837. | 11'50 | 12'12 | 12 |
| » » » 1841. | 12'27 | 12'61 | 7 |
| » » » 1842. | 12'70 | 13'10 | 7 |
| » » blancos. . . 1841. | 12'60 | 13'17 | 7'5 |
| » » » 1842. | 13'20 | 14'65 | 20'0 |
| Vinos buenos ordinarios 1844. | 10'50 | 10'97 | 8'0 |

Basta, pues, echar una ojeada sobre el pequeño cuadro que acabamos de trasladar, para que se comprenda desde luego lo beneficioso que debe ser el emplear la helada para mejorar la calidad de los vinos; no olvidando que mientras estos aumentan en riqueza alcohólica, se precipita la mayor parte de las sustancias nitrogenadas que tenian en disolucion, junto con las sales, resultando que entonces, sobre presentar los vinos los caracteres de los añejos, se les ha dado una duracion

(*) *Ann. de Chimie et Physique*, 3.me *série*, *t.* XXV, *p.* 353.
Boussingault, pag. 525 del t. I de la obra citada.

Conservacion del vino.

Los vinos se mejoran con la congelacion.

indefinida, por haber depositado las sustancias que obraban como fermento desde el instante en que se presentaban favorables las circunstancias para la fermentacion acética. Podria decirse que esta mejoría nos salia cara por la pérdida de cerca de 10 por 100 que esperimentamos en los caldos; pero no se olvide que está mas que subsanada por el precio mayor de un 20 por 100 en que los vendemos, sobre el que tenian antes de la operacion.

81. Para disponer los vinos á que sufran la accion del frio, deben aprovecharse los dias mas rigurosos del invierno, cuando, al caer el sol, el termómetro marca ya —6°; lo cual nos hace asegurar que durante la noche descenderá, cuando menos, á —9°. Sería bueno que el pais estuviese al propio tiempo cubierto enteramente de nieve. Alcanzada, pues, dicha temperatura, estando el cielo bien sereno y con seguridad de que el tiempo no ha de cambiar, el vino (los barriles) se saca al anochecer y coloca en un sitio bien despejado, lejos de todo arbolado, y en situacion que reciba directamente el viento del Norte. Los barriles deben colocarse distantes unos de otros, de manera que no puedan prestarse mútuamente el menor abrigo, antes, al contrario, sean bien azotados por el viento indicado. Sería bueno estuviesen cerca de un muro bastante alto, que con su sombra les resguardase del poco calor del sol del medio dia, para que durante este no se destruyesen los efectos del frio de la noche. Los barriles ó botas habrán de tener la menor capacidad posible, pues es sabido que la congelacion nunca se pronuncia tan pronto en una masa grande, como en otra pequeña de cualquier líquido. Prefiérense los que tienen una cabida de 100 litros en la Borgoña, cuyo invierno es siempre mas riguroso que el nuestro. Si solo miden 50 litros, la congelacion es muy pronta. Además, no se llenarán del todo para dejar en su interior el vacío necesario al aumento de volumen que tiene lugar durante la congelacion. Son mejores los que tienen aros ó cinchos de hierro, que los que los tienen de madera, por la mejor conductibilidad de los primeros para con el calórico, contribuyendo de este modo al mas pronto enfriamiento del vino.

En toneles de estas circunstancias, pues, se trasegará para esponerle á la accion de la helada. Siendo joven, se procurará que este trasiego

tenga lugar con la menor agitacion posible, para no revolver y arrastrar las heces que en gran cantidad ha depositado; pero si ya contase algunos años, pueden esponerse los mismos toneles en que se encuentra, á la accion de la helada, si bien tomando la precaucion de vaciarlos un poco, cual antes se ha indicado. La accion del frio empieza produciendo un enturbiamiento en el vino, por depositarse ya entonces la mayor parte de las sustancias salinas que naturalmente tiene disueltas, asi como el fermento soluble, y una buena parte de la materia colorante. Luego, descendiendo la temperatura á —6°, aparecen en su seno pequeñas laminillas sueltas y trasparentes; fórmanse estas igualmente contra las paredes interiores del vaso, ganando siempre mas en longitud hácia el centro del líquido, hasta que al fin, continuando la temperatura inferior de —6° por algunos dias, dichas láminas cristalinas cruzan ó atraviesan por completo todo el líquido. Si la temperatura durante la noche llega á —15°, en uno ó dos dias todo el vino se presenta con la congelacion que acabamos de indicar.

Conservacion del vino.

Los vinos se mejoran por la congelacion.

Entonces es llegado el momento de decantar (con sifones ó con llaves) la parte que no se heló, que es la que representa el vino mejorado que nos ocupa, cuidando de que no se agite en lo mas mínimo, y de que la temperatura permanezca, cuando menos, á —6° durante esta operacion. Si se agitara, en efecto, una porcion de los cristales mismos de la parte solidificada podria ser arrastrada, inutilizando de este modo en parte el objeto que se busca. El vino, asi decantado y turbio como sale, á su vez debe dejarse el mayor tiempo posible á una temperatura que no sea superior á —0°, para lo cual los toneles ó barriles en que se recibe, deben colocarse en una pieza bien aireada y fria, por la cual circule constantemente el viento del Norte. De esta manera, pasadas cuatro ó seis semanas, el vino se ha puesto trasparente del todo, habiendo abandonado entre tanto un depósito negro, abundante, espeso y de mucha consistencia. En este caso, se decanta en seguida el vino trasparente en otros toneles, que se depositan de nuevo en la bodega ordinaria ó mas abrigada, en la cual tendrá el vino una duracion indefinida. Concíbese, por lo demás, que el depósito que abandona el vino, es mas abundante en los jóvenes que en los añejos, en los colorados

Conservacion del vino.

que en los blancos, en los ordinarios que en los superiores ó de mejor calidad.

Los vinos se mejoran por la congelacion.

Decantada de este modo la parte líquida, la congelada se separa á su vez quitando algunas duelas de uno de los fondos del barril, y barriendo bien el interior de este con una escoba limpia, para hacer desprender los cristales formados por la parte acuosa; hecho lo cual, se acomodan de nuevo las duelas en dicho fondo, y el tonel queda rehabilitado para servir nuevamente.

Como desde luego se comprende, este procedimiento para mejorar los vinos, solo debe aplicarse á los superiores, á quienes nos interesa asegurar una larga duracion, asi como hacerles presentar una mayor de la que en realidad tienen, para darles mas pronta salida. Si los vinos son de los comunes, que se consumen de una á otra cosecha, no deben someterse á los efectos de la helada.

82. Los esperimentos y las deducciones que acabamos de consignar, hechos y recojidos con los vinos de Borgoña, pronto se estendieron á varios puntos de Alemania, donde un invierno mas crudo todavía permite esplotarlos con mayor seguridad. El invierno del 56 al 57 habria permitido hacer otro tanto en varios puntos de nuestro territorio, donde no son comunes los frios intensos, y donde, por lo tanto, hay el doble interés de esplotarlos cuando se presentan. De todos modos, ya que lo raro de dichos frios no permite sacar todo el partido posible del procedimiento que nos ocupa, podemos, sin embargo, utilizar la mayor parte de los inviernos los primeros efectos del frio, facilitando la deposicion de una buena cantidad del tártaro y demás sales disueltas, asi como de la materia colorante y fermento soluble, que ya tiene lugar á —0°, como queda indicado. Con esto, ya que el vino no se concentre, adquirirá á lo menos un gusto y un aspecto mejores, por faltar en él el tártaro y la materia colorante mencionados; y se asegurará mejor tambien su duracion, por la pérdida de la mayor parte del fermento soluble que todavía contenia. Es indudable, por lo tanto, que este medio de mejorar los vinos, puede dar sus utilidades á los cosecheros que entre nosotros le emplearen.

## Esportacion de los vinos.

83. Ya queda indicado (67), que los vinos que se destinan á la esportacion, necesitan que se les añada una cierta cantidad de espíritu para asegurarles un buen viaje. Sin esta adicion, los vinos catalanes, lo mismo que los andaluces, no salvan impunemente la *línea* para llegar á la Habana, ó á las que fueron nuestras antiguas colonias americanas. Los de la Rioja, en cambio, resisten perfectamente el viaje, hácia el Norte sobre todo, mejorándose de una manera notable; siendo de advertir que esta mejora es tanto mas manifiesta, cuanto mas ricos son en tanino y en bitartrato potásico. Aquí tenemos, pues, que se asegura la duracion del vino durante los viajes por dos medios enteramente opuestos: aumentando el alcohol, que contribuye á aparentar una grande edad, y aumentando tambien el tanino y el bitartrato, que son la divisa de los vinos jóvenes. Esportacion de los vinos.

84. En Francia seguramente hicieron la misma observacion que nuestros cosecheros de la Rioja. Tambien en dicho pais antes se adicionaba esclusivamente el alcohol al vino que se destinaba á la esportacion. En prueba de ello, basta indicar, que la ley allí permite la adicion de 5 por 100 de alcohol absoluto en volumen á los vinos que se esportan; debiendo advertir, que este alcohol entonces está libre de todo impuesto. Pero luego ideó Batilliat, á lo que parece, el comunicar al vino una acidez que recuerde ó se acerque á la que tiene cuando se acaba de fabricar, habiéndose obtenido de este modo la misma duracion que antes solamente se conseguia con el alcohol mencionado. El ácido tártrico reemplaza al alcohol para asegurar la duracion del vino que se esporta.

Para fijar las cantidades de este ácido que deben añadirse, Batilliat puso en distintas botellas numeradas el mismo volumen ó peso del vino sobre que se hacian los ensayos, y añadió á cada una 1, 2, 3, etc. gramos de ácido por litro de vino, dejándolas luego espuestas al calor de todo el verano. El mismo vino, sin adicionar ácido alguno, se guardaba en botellas de á litro en la bodega bien fresca. Pasado el verano, á las botellas que contenian 2 y 3 gramos de ácido por litro de vino, se les El ácido tártrico la asegura durante la esportacion.

Conservacion del vino.

El ácido tártrico la asegura durante la esportacion.

añadió la cantidad correspondiente de tartrato de potasa, para neutralizar dicho ácido en estado de bitartrato de la misma base, y luego que este se hubo depositado al cabo de algunos dias, el vino se dió á los catadores, quienes le encontraron muy mejorado, y superior al que se habia guardado en la bodega. Lo mismo dijeron del que contenia el gramo en litro, con la sola diferencia de encontrarle, como era regular, un poco mas ácido. Los mismos catadores, en vista de esta prueba, no titubearon en asegurar que el vino, asi adicionado con dicho ácido tártrico, podria resistir y mejorarse por la navegacion.

85. Sin embargo, era preciso hacer una prueba directa antes de comprometerse en grande. Al efecto, se tomaron 6 botas de lo tinto de Macon, de la capacidad de 225 litros, una de ellas llena con vino que ya contaba 15 años, y las otras con vino de trece años, á cada una de las cuales se añadieron 225 gramos del ácido en cuestion. Tomáronse tambien 4 hectólitros de vino blanco, añadiéndole tan solo 25 gramos de ácido por hectólitro, ó sea ¼ de gramo por litro. Las botas en que estaban envasados estos caldos, fueron espedidas á Calais, donde llegaron con su contenido enteramente helado. De aquí se enviaron al Havre, embarcándose en este punto á primeros de mayo de 1848 en el *Alcyon*, que se hacia á la vela. Este buque tocó en Santo Domingo el 27 de julio, donde permaneció un tiempo, regresando á Francia el 25 de setiembre. Entonces fueron reconocidos los vinos, que llevaban cinco meses de viaje por mar, y se encontraron en el mejor estado de conservacion. Asi, pues, 1 gramo de ácido tártrico por litro para el tinto y ¼ de gramo para el blanco, bastaron para asegurar la duracion de estos vinos durante el viaje.

Estos esperimentos no deben olvidarse, para utilizarlos en aquellos casos en que se desea tener asegurados de toda alteracion los vinos naturales, en quienes no se halla una gran riqueza en espíritu; siendo indudable que entonces los preferirian muchas personas á los que actualmente se les venden muy *encabezados* ó adicionados con el espíritu mencionado. La adicion de este ácido preservador es favorable tambien á la formacion de las combinaciones etéreas que antes hemos visto contribuyen tanto á mejorar ó desarrollar el aroma del vino.

86. La conservacion de este bajo dicho influjo puede utilizarse tambien para imitar entre nosotros los vinos de Burdeos. Es sabido que estos pueden beberse en mucha mayor cantidad que los nuestros del Mediodía, por los aficionados de buen tono, sin que se hallen espuestos á los efectos de la intemperancia, por la razon sencilla de que les falta el espíritu en que abundan los nuestros naturalmente, y tambien por el que se les añade para asegurar su conservacion. Sustitúyase este espíritu por dicho ácido tártrico, y dicha conservacion quedará igualmente asegurada; con la particularidad, además, de que nuestros vinos entonces adquirirán el aroma particular de los que naturalmente contienen el ácido indicado. Medio es este sumamente fácil y espedito para imitar entre nosotros el Burdeos tan celebrado. Conservacion del vino. Mejora el *bouquet* la adicion del ácido tártrico al vino que se esporta.

Y, por fin, si no se quiere luego el esceso de ácido añadido al vino para mejorarle ó conservarle durante los viajes, ya queda indicado (55) el medio tan seguro como espedito que tenemos para precipitarle en forma de bitartrato potásico, poco antes de espenderle al consumo del público. Imitacion del de Burdeos.

86 *bis*. De todos modos, es una observacion general que el vino que resiste los largos viajes por mar, mejora considerablemente sus buenas cualidades, como se acaba de indicar. Tan cierto es esto, que con frecuencia los almacenistas de los grandes centros de consumo, procuran embarcar siempre algunas pipas de vino bien asegurado en los buques que hacen viajes al otro lado del Ecuador, en la seguridad de que, al regresar á Europa, el vino ha mejorado notablemente sus buenas cualidades, mayormente por lo que toca al gusto y al olfato; y, como facilmente se concibe, esta mejoría es siempre mas pronunciada si al vino se le hacen dar dos, tres ó mas viajes. En prueba de esto, Mulder nos cita un vino de Madera que habia hecho siete viajes á las Indias Orientales en barril, del cual dice: «que verdaderamente los dioses de la antigüedad no conocieron un nectar semejante!» El vino se mejora con los viajes.

Suponiéndose, con razon, que la elevada temperatura que sufren los vinos en estos viajes, debia contribuir por mucho al aumento ó mejoría de sus buenas cualidades, se pensó naturalmente en someterlos á un cierto aumento de la misma, para ver si se lograba en tierra, y en

Conservacion del vino.

El vino se mejora con los viajes.

el punto mismo de su produccion, un mejoramiento tan deseado. Al efecto se hicieron pruebas, que dieron los resultados mas satisfactorios, sometiendo el vino embotellado á la temperatura de $+85°$ por espacio de dos horas dentro del agua. Las botellas, entonces, no han de llenarse del todo, y, por otro lado, deben estar cerradas con corchos de la mejor calidad. Además, puestas á calentar dentro del agua, deben estar envueltas, una á una, con un poco de paja larga ó con algunas vueltas de una cuerda delgada de esparto, á fin de evitar que por el choque de unas con otras se rompan. El vino sometido á esta elevada temperatura por el tiempo indicado, despues de frio, se mejoró en términos que, siendo del año, los conocedores mas entendidos le dieron, en unos una antigüedad de diez, y en otros de veinte años. Es esta, como se ve, una observacion que no deben perder de vista los cosecheros y los fabricantes todos que se dedican á la produccion de vinos de larga duracion.

No creemos, por lo demás, que sea el aumento de temperatura el único agente que mejora los vinos que se hacen viajar. La mayor evaporacion del agua que, como consecuencia de la misma, tiene lugar entonces en la superficie de los barriles, contribuye á darles mas fuerza. Hallándose, luego, concentrados en un menor volumen todos los factores del vino susceptibles de reaccionar unos sobre otros á la larga en las circunstancias normales, en las escepcionales en que se encuentran estos vinos viajeros, si asi podemos espresarnos, reaccionarán mucho mas pronto, y seguramente que el aumento de la temperatura contribuirá grandemente á que las reacciones subsiguientes sean mas completas, mejorándose de una manera especial sobre todo el *bouquet* del vino.

Variedades de vinos mas comunes.

# VARIEDADES DE VINOS MAS COMUNES.

## Cepas ó plantas preferibles para su obtencion.

87. Quedan ya indicadas las variedades ó grupos en que se dividen los vinos en general (27), y los medios que, en general tambien, deben emplearse para su obtencion ó fabricacion. Por esto seremos sumamente breves en lo que vamos ahora á decir, limitándonos únicamente á lo que haga referencia á la simple fabricacion, bien que estendiéndonos algo mas al indicar las cepas ó variedades de la vid que la esperiencia tiene demostrado son preferibles para la obtencion de vinos determinados. Vinos y cepas preferibles para su fabricacion.

En rigor, y considerando la cuestion en general, acabamos de ver que con los mostos menos ricos en azucar, que de ordinario solo dan vinos comunes, podemos obtener hasta vinos generosos, siempre y cuando, ateniéndonos á lo que dejamos espuesto, mejoremos su riqueza en el principio azucarado, y templemos su acidez desmesurada si lo necesitaren. Pero, como es indudable que hay variedades ó cepas privilegiadas para la fabricacion de vinos determinados, como de paso alguna vez lo hemos indicado (28), es natural que en un trabajo de la naturaleza del que nos ocupa, llamemos la atencion sobre aquellas que la esperiencia de todos tiempos ha demostrado son preferibles, considerándolas tan solo bajo el punto de vista que nos interesa, o sea el de la fabricacion del vino, y dejando á un lado las consideraciones botánicas y los caractéres, por lo mismo, que distinguen á unas de otras.

88. La primera cepa que debe llamar nuestra atencion, es el *Listan* de San Lucar, *Palomino* de Jerez y Conil, *Tempranillo* de Rota, *Temprano* de Málaga, *Blanco* ó *Tempranillo* de Cariñena, conocido todavía con otros Listan, Palomino, etc.

Variedades de vinos mas comunes.

Cepas preferibles para la obtencion de los vinos.

nombres en otras provincias y distritos. En tiempo de Clemente (*) componia esta cepa las $\frac{13}{20}$ de los viñedos de San Lucar. Ahora mismo figura en primera línea en los mismos, siendo ella la base de los tan celebrados vinos de dicha comarca, y entrando tambien en proporciones varias en los vinos llamados *Pajarete, Jimenez*, *Moscateles*, *Tintillas*, *etc.*, todos de superior calidad ó generosos. Su cultivo se estiende mucho tambien en Jerez y en el Puerto de Santa María, y mas aún en la Rota, donde hay viñas enteras pobladas con este *vidueño*. En Málaga se cultiva igualmente en gran cantidad, lo mismo que en Cariñena. De aquí lo celebrados que son los vinos de todas estas comarcas.

La variedad que nos ocupa, pues, será buscada con preferencia cuando se tratará de plantar un majuelo, ó de renovar las viñas antiguas, siempre que la situacion y naturaleza del terreno lo consientan. No será causa bastante para que dejemos de hacerlo el poco aprecio que de ella hacen varias comarcas de Granada, mal situadas y sobrado húmedas, donde vegeta con gran lozanía, dando un zumo en estremo aguanoso. Puede, sin embargo, en estos mismos sitios rendir buenos vinos, si antes de pisar la uva cosechada, y cual va dicho (28), se la asolea lo suficiente, y opera en todo lo demás del modo que dejamos indicado. Este asoleo nunca le olvidan en Motril ni en Málaga, obteniéndose de este modo escelente vino con el mismo fruto que en Granada da todo lo mas vinos ordinarios, confirmándose de este modo lo que arriba hemos indicado.

Listan, Palomino, etc.

En lo posible debe plantarse esta variedad en las laderas y solanas, y en general en todo sitio seco y cálido, ó con esposicion meridional, huyendo siempre de los barrancos, valles y demás sitios mas ó menos sombríos y escesivamente húmedos. Su fruto madura todo á la vez y es muy abundante y tempranizo. El vino que con él se obtiene, es blanco y fino, adquiriendo muchas botas un olor particular que en Jerez llaman *amontillado*, pero olor que se pierde con el tiempo tomando otro muy grato, indefinible, si bien muy apreciado de los conocedores: el sabor ó gusto

---

(*) *Ensayos sobre las variedades de la vid comun;* por D. Simon de Rojas Clemente y Rubio, pág. 135.—Madrid, 1807.

de este vino concluye con el tiempo recordando un poco el de la almendra amarga.

Cepas preferibles para la obtencion de los vinos.

Pedro Jimenez, Jimenez, Pero Jimenez, etc.

Pedro Jimenez.

89. Viene luego por el orden de su importancia respectiva, la cepa ó vidueño nominado *Pedro Jimenez* en San Lucar, Jerez, etc., *Pero Jimen* en Málaga, *Jimenez* en todo Andalucía, *Pero Jimenez* en Aranjuez, Ocaña, etc. Esta cepa, oriunda de Canarias y de la Madera, se trasplantó primero á las orillas del Rin y del Mosela, de donde luego fué importada á Málaga habrá como dos siglos, estendiéndose de aquí á todo el resto del pais. En Málaga y Granada representa la $\frac{1}{3}$ de los vidueños, y en Motril los $\frac{4}{5}$.

Es su fruto sumamente azucarado, y por lo mismo muy buscado de las avispas, abejas, etc. Rellenos los granos con abundante zumo, está bastante propenso á abrirse cuando sobrevienen lluvias copiosas poco antes de la vendimia. Esto nos dice desde luego, que debe darse con preferencia en los sitios y provincias donde las lluvias no sean muy abundantes en la época indicada, y plantarse siempre en sitios altos y pendientes, para que se escurra pronto el esceso de agua que pudiera caer.

Vino Pero Jimen y Moscatel.

El fruto del *Pero Jimen* es el que mas se aprecia en Málaga por los cosecheros entendidos para obtener buenos vinos secos y dulces. De ello es prueba el que se conoce en todo el mundo con el mismo nombre de *Pero Jimen*, de tan justa como merecida celebridad. El mosto de la cepa que nos ocupa, entra por $\frac{5}{6}$ en el vino *tinto* y en el *Moscatel*, y mezclado con otros distintos en el *Pero Jimen misto* de dicho Málaga. Figura igualmente en proporciones varias en los vinos *Jimenez*, *Pajaretes*, *Moscateles* y demás, igualmente estimados en Jerez, San Lucar y Pajarete. La uva ó racimo, antes de pisarlo, permanece siempre en Jerez de tres á seis dias en el almijar para que se asolée.

Pedro Jimenez zumbon.

Hay tambien el *Pedro Jimenez zumbon*, que da un escelente fruto, muy dulce, que se confunde con el *Pedro Jimenez* ordinario si no se examina con mucha detencion, y que segun Clemente, bien cultivado, podria hasta reemplazarle con ventaja, por ser mas esquilmeño.

Mantúo, Montúo, etc.

90. El *Mantúo*, *Montúo*, *Mantúo de Pilas*, constituye una tercera variedad de la vid, muy buscada, y abundante en varios puntos célebres

Cepas preferibles para la obtencion de los vinos.

por sus vinos en Andalucía, cultivándose las subvariedades *M. castellano*, *M. morado*, *M. Laeren*, *M. cordoví*, el *M. Fray Gusano* y la del *M. torrentés*. Esta última es la conocida de mas tiempo, y la mas generalizada. A ella se aplica el antiguo refran: «*Torrentés, ni la comas ni la des, que para vino buena es.*» Lo mismo puede decirse de todos los mantúos. En general sus frutos ó racimos resisten mejor los efectos de las lluvias tardías, sin abrirse tan pronto ni podrirse como los de las variedades anteriores.

Jaenes.

91. Los *Jaenes, negro* y *blanco*, constituyen otras dos subvariedades muy buscadas y de gran rendimiento en varios puntos, tales como San Lucar, Jerez, Tarifa, Motril, etc. Su nombre parece indicarles por patria Jaen. No hay una viña en toda España donde no se encuentre algun *Jaen*. El *Jaen negro de Granada* ha dado uvas ó racimos del peso de *cinco libras y media*. En varios puntos, como la Alpujarra, Guadix, Baza, Jaen, Ubeda, Tembleque, etc., puede decirse que el *Jaen blanco* es el que suministra toda ó la principal parte del vino que se cosecha. El *Jaen doradillo* se cultiva mucho en Málaga, donde le mezclan con el fruto del *Pero Jimen* al tiempo de efectuar la pisa, obteniendo despues de la fermentacion el llamado *Pero Jimen mixto*.

Pero Jimen mixto (vino).

Con estos *Jaenes* se fabrican los mejores vinos en Málaga; para los *secos* no se asolea la uva, sucediendo lo contrario para los *dulces*, puesto que se desea que el vino conserve una porcion de azucar sin fermentar.

Jaenes.

Los *Jaenes* dan siempre uvas tardías, por cuyo motivo solo prosperan ventajosamente en las situaciones y esposiciones donde la vejetacion y la maturacion del fruto son tempranas; de lo contrario, si se plantan en sitios donde imperen influencias climatológicas opuestas, está claro que será muy probable que su fruto no alcance un completo sazonamiento. Esto nos dice, pues, que los *Jaenes* deberian desterrarse en los nuevos majuelos de Baza y demás pueblos altos de nuestro pais, donde la vegetacion es tardía, reemplazándolos, por ejemplo, con los *Palominos*, que hemos visto dan frutos tempranizos.

Albillo.

92. El *Albillo castellano, Albillo cagalon* en San Lucar, Rota, etc., constituye otra variedad muy buscada y cultivada en Jerez, San Lucar, Puerto de Santa María, etc. Su fruto tiene la ventaja de madurar muy

por igual, y de ser muy azucarado. De él dice Clemente, que «cada grano ó uva puede considerarse como un saquito de mosto, no flojo y acuoso, segun piensan vulgarmente en Sevilla, preocupados, al parecer, por la estraordinaria abundancia con que lo dan las cepas y racimos, sino muy azucarado y casi puro». Es sabido que los vendedores de uvas, para acreditar su género, le apellidan vulgarmente con el nombre de *albillo*. Esta variedad da el fruto blanco, sabroso al paladar, y escelente por lo mismo para vinos. Tenemos tambien, sin embargo, el *A. negro*, así como el *A. de la Leña*, el *A. de Beguillet*, el *pardo*, el de *Huelva*, etc., todos los cuales se cultivan en mayor ó menor cantidad en nuestros viñedos, especialmente en los arriba citados. Cepas preferibles para la obtencion de los vinos.

93. El *Cañocazo* de Jerez y Trebujena, denominado tambien *Mollar blanco* en otros puntos, es otra variedad de vid bastante apreciada en dichos puntos. Sus vinos son blancos y muy aromáticos. Mas estimados son todavía los verdaderos *Mollares* de Clemente, que se dan muy bien en los sitios arenosos en Jerez, lo mismo que en Málaga, viniendo despues del *Listan* en Conil, Algeciras y otros puntos. En Arcos, Espesa y Pajarete forman como los $\frac{4}{6}$ de los viñedos. En Palacios se cultivan casi esclusivamente dichos mollares. Cañocazo. Mollares

Destínanse sobre todo á la fabricacion de vinos tintos. El *Mollar* de Jerez da el vino llamado *Ojo de gallo*, que con el tiempo pierde mucho color, siendo entonces muy estimado.

94. Los *Perrunos* son tambien muy estimados por los cosecheros andaluces, colocándolos despues del *Listan*, del *Pero Jimen* y de los *Moscateles*. Cultívanse, sobre todo, en Jerez, San Lucar, Puerto de Santa María, Pajarete, Rota, Chipiona, etc. En estos mismos puntos se estima tambien bastante la variedad llamada *Tintilla*, cuyo nombre lleva el famoso vino *Tintilla de Rota*, fabricado con esta uva esclusivamente, vendimiando cuando está muy madura, y dejándola bastante tiempo al asoleo. Pisada luego, se hace fermentar junto con la casca ó escobajo, porque se quiere un vino de color, y despues que ha concluido la fermentacion, se decanta el vino y envasa. De este modo se evita el que se cargue de principio astringente, como sucederia si se dejase mucho tiempo el vino sobre el escobajo. Dase sobre todo en los terrenos are- Perrunos.

Cepas preferibles para la obtencion de los vinos.

nosos y en las tierras que llaman *barros* en Andalucía: su fruto es algo tardío. Esta variedad se llama tambien *Alicante*. Es la *grenache* tan celebrada en la Ampelografía del Conde Odart. En Francia se la estima igualmente que en nuestro pais.

Todos los cosecheros suelen tener un poco de esta cepa en sus viñedos, y hacen fermentar separadamente su mosto. El vino resultante, que se obtiene haciendo la fermentacion con la casca, sirve para dar color á los vinos blancos ó á los que se obtienen con uvas blancas, por gustar mas en nuestro pais, por lo comun, los de color. Los cosecheros mismos de San Lucar y los de Jerez se proveen del vino tinto de Rota, Chipiona y lugares inmediatos, donde se cultiva con preferencia la *Tintilla de Rota*, para dar color á los vinos que obtienen poco colorados y destinan á la estraccion.

El *Cañocazo* y el *Perruno* suelen ser algo tardíos y sazonar al mismo tiempo. Por esto se plantan juntos en Jerez y vendimian simultáneamente. Dan vinos buenos, notables por su aroma.

Obtiénese tambien un vino colorado con la variedad llamada *Romé negro de Motril*, que se cultiva espresamente para obtener dicho vino, lo mismo que se hace con la *Tintilla* en los distritos antes indicados.

Moscateles.

95. Tienen tambien grande aprecio diferentes variedades de *Moscateles*, justamente estimados para fabricar vinos muy buscados, cuyo nombre llevan. La llamada *Moscatel menudo blanco* en San Lucar, Jerez, etc., *M. morisco* ó *fino* en Málaga y *M. comun* en Ocaña, es la que se emplea especialmente para fabricar el *vino moscatel*. En Málaga, al efecto, toman $\frac{1}{6}$ de su uva y los $\frac{5}{6}$ restantes del *Pero Jimen*, cuyos mostos luego se estraen y fermentan juntos.

Vino moscatel.

Al propio fin, en San Lucar, Jerez y otros puntos prefieren la variedad llamada *M. gordo morado*, *M. romano morado*, *Moscatelon encarnado*, por reconocerle un sabor mas fino y un aroma mas delicado. En igual caso se encuentra la variedad llamada *M. gordo blanco* en San Lucar, Jerez, etc., *M. romano* simplemente en Valencia, *M. real* en Motril, *Moscatelon* y *Moscatel flamenco* en Málaga, y *Moscatel* simplemente en otros puntos; si bien el fruto de esta variedad se destina con preferencia á la rica pasa de Málaga.

Quisiéramos ver á la vid en todos los paises dueña esclusiva del terreno que se le destina, y que desapareciera por completo el plantío simultáneo del olivo, como se practica muy en grande al otro lado de Almansa, en Valencia, Cataluña, y en varios otros puntos, asi como la higuera y otros frutales, que se observan con bastante frecuencia en las viñas de Málaga. Aun cuando los árboles mencionados fueran compatibles con ella por lo que toca á los principios ó sustancias inorgánicas que todos toman de la tierra, la sombra que los árboles de mayor talla proyectan sobre la vid, es causa de que su fruto nunca sazone por igual, y por lo mismo de la mediana ó mala calidad del vino resultante. La vid debe cultivarse sola.

96. Segun se acaba de ver, los vinos mas celebrados se obtienen con cepas ó variedades de vid determinadas. Sus mostos fermentan tambien por separado, cuando la sazon diversa del fruto no permite que se pisen simultáneamente en las cantidades requeridas. Obteniendo de este modo diferentes vinos, luego estos mismos se mezclan muchas veces en las cantidades que la esperiencia ha sancionado como mejores para obtener un vino dado. Resumen sobre los vinos.

En buena práctica, deberian suprimirse estas mezclas en lo posible, haciéndolas de los frutos respectivos, para que los aromas de las uvas se refundiesen y dieran un resultado homogéneo en el acto de la fermentacion. Es indudable, en efecto, que los paladares conocedores distinguen perfectamente los vinos procedentes de estas mezclas, lo propio que los que han sido aguardientados. Cuando al vino para darle mas fuerza, ó para asegurarle de toda alteracion si se destina al comercio esterior, se le mezcla una dada cantidad de aguardiente ó de espíritu de vino, se necesita que trascurra mucho tiempo para que los conocedores no descubran la mezcla indicada. Lo propio sucede con las que se practican con varios vinos. Mezclas de los mismos.

Sin embargo, estas mezclas están á la orden del dia en Málaga, lo mismo que en Jerez, y es forzoso convenir en que los fabricantes inteligentes de dichos paises han llevado este arte á una perfeccion estremada. En Málaga tienen lugar estas mezclas en lo que llaman *crianza de vinos*, y una vez efectuadas, estos se llaman *igualados*. Los vinos

Resumen sobre los vinos. Mezclas de los mismos.

fabricados separadamente, se mezclan entonces del modo que se ha dicho, hasta obtener la muestra ó calidad que el paladar de los conocedores reconoce por buena para imitar una especie ó variedad determinada de vino. Mejor es que esta igualacion tenga lugar con los frutos, como algunos ya lo practican, por las razones antes indicadas; y caso de efectuarse con los vinos ya hechos, practíquese en la estacion mas fria del invierno, y con anticipacion á la venta ó esportacion de los caldos, pues es sabido que el frio y el tiempo contribuyen ventajosamente á que los aromas se presenten mas homogéneos y suaves.

Nosotros, por lo demás, suprimiríamos toda adicion de espíritu á los vinos, aumentando en los mostos, por los medios antes indicados, el azucar, que engendraria, por medio de la fermentacion, el esceso del alcohol que se quisiere y necesitare. De añadírselo, vale mas hacerlo con el mosto antes de fermentar, cual se practica en Jerez con los llamados *vinos dulces apagados*. De este modo el alcohol añadido se incorpora mejor con el vino á medida que se produce por la fermentacion; pero insistimos en añadir azucar en vez de espíritu, cual antes se ha dicho. Todo lo que puede hacerse naturalmente, debe preferirse á lo que es artificial.

Vino de guinda.

A veces, sin embargo, es indispensable el arte; así sucede, por ejemplo, cuando se quiere obtener el vino llamado *guinda* de Málaga. El olor á que debe este nombre, le toma de los cogollos del guindo que se infundieron en vino dulce de buena calidad, empleándose luego este infuso aromático para dar olor al vino que se destina á llevar el nombre indicado. Lo mismo podríamos decir de algunos otros vinos que deben su nombre á los aromas añadidos espresamente. La mezcla de los infusos aromáticos, sin embargo, se hará siempre con tiempo, y cual arriba se ha espuesto, si es que no se prefiera el medio, para nosotros mas seguro, que mucho antes (25 *bis*) se ha indicado, para dar aroma á los vinos.

## Vino de Champaña (espumoso).

---

97. Con las uvas y por los medios espuestos podemos obtener los vinos mas estimados. Uno hay, sin embargo, estranjero hasta el presente, que debe llamarnos la atencion unos instantes, siquiera sea por la merecida celebridad de que goza en todo el mundo, y por los esfuerzos laudables que han hecho y siguen haciendo varios cosecheros para aclimatar su fabricacion en nuestro pais: es el *vino de Champaña*. Este vino, tipo de los *espumosos*, es notable por la gran cantidad de ácido carbónico que tiene en disolucion, y le comunica la propiedad de hacer saltar los tapones de las botellas con mas ó menos estrépito cuando se las abre, y de levantar una espuma mas ó menos abundante al escanciarle en las copas. La presencia, pues, de este ácido carbónico disuelto en gran cantidad, nos dice ya que su fabricacion debe esperimentar alguna modificacion, de que no nos hemos ocupado en todo lo que viene espuesto. Vino de Champaña. Generalidades.

Digamos, desde luego, que en esta fabricacion se reconocen, como en la ordinaria, dos períodos bien marcados: el primero en que tiene lugar la fermentacion tumultuosa del mosto solo; y el segundo en que se efectua la fermentacion lenta, pero sostenida, del azucar que aún contiene el vino al concluir la primera, y del que se le añade de intento para hacerla mas duradera, y suministrar al vino el esceso de ácido carbónico que se le fija, quedando constantemente, aun despues de concluida esta fermentacion, un poco de dicho azucar por fermentar. Segun lo cual, los vinos de Champaña son siempre blancos, un poco dulces, y *sobresaturados* de ácido carbónico.

98. Segun esto, el caracter distintivo de estos vinos es debido al esceso de ácido carbónico que en ellos se procura fijar. Cuanto mayor sea la cantidad de este ácido, tanto mas espumosos son los vinos, y mas buscados de los consumidores; y como su formacion es un producto constante de la fermentacion del azucar, se concibe desde luego que está en nuestra mano el aumentar su cantidad con la del azucar

Vino de Champaña.

Generalidades.

que se añade al mosto que ya ha esperimentado la primera fermentacion, ó sea la tumultuosa. El único límite que no podemos salvar, es el que nos impone la resistencia máxima de las botellas, en cuyo interior, y estando perfectamente cerradas, tiene lugar su desarrollo; de lo contrario, si procediésemos con alguna ligereza en el azucar que añadimos, y su cantidad fuese mayor de la necesaria, podria suceder que perdiésemos la mayor parte de ellas con su contenido, y por lo mismo un capital muy considerable representado por el vino, el azucar, las botellas, y los muchos jornales que veremos luego se emplean en esta fabricacion bien entendida. En corroboracion de lo cual añadiremos, que ahora mismo en algunas fábricas ó bodegas del vino este, en su patria mismo, varios cosecheros esperimentan todavía á veces quiebras que llegan á 90 y 95 por 100. Por esto, y con el fin de evitar pérdidas tan considerables á los fabricantes que entre nosotros están ensayando esta fabricacion, antes que pasemos mas adelante, debemos discutir unos momentos acerca de las circunstancias que contribuyen á favorecer la solubilidad del ácido carbónico en el vino que nos ocupa.

Recordemos desde luego que el vino blanco y dulce en que se disuelve el ácido carbónico para dar origen al de Champaña, se puede representar, ateniéndonos tan solo á los principios que en él dominan, por el agua, el alcohol, el azucar, una cantidad de ácidos mas ó menos considerable, el fermento, etc., siendo siempre los dos primeros los dominantes por escelencia, y por lo mismo los verdaderos disolventes del ácido carbónico. Pero, la solubilidad de este no es la misma en el agua y en el alcohol, siendo, al contrario, mayor en este que en la primera.

Debemos observar igualmente, que esta solubilidad, lo mismo que la de todos los gases, está modificada por la temperatura en que se trabaja, y por la presion á que se les somete al llevarla á cabo. Respecto de esta última, sabemos que el *volumen de un gas está en razon inversa de la presion á que se halla sometido*. Si el gas, por ejemplo, á la presion ordinaria, ó de 1 atmósfera, ocupa un volumen como 6, sometiéndole á la presion de otra atmósfera, ó sea á una presion doble de la primitiva, solo ocupará un volumen como 3; si en vez de ser la

presion de dos es de tres atmósferas, el volumen del gas se reducirá á $\frac{1}{3}$, á $\frac{1}{4}$ si la presion fuese de cuatro, á $\frac{1}{5}$ si de cinco, y á $\frac{1}{6}$ si fuesen seis las atmósferas que le oprimen. Por esto el volumen de los gases va siempre disminuyendo á medida que la presion aumenta; y por lo mismo, tan luego como esta cesa, los gases recobran el volumen que les corresponde á la ordinaria de la atmósfera que respiramos. Asi se concibe que el gas ácido carbónico, retenido en el vino de Champaña por la presion que él mismo ejerce por no tener salida, tan luego como se le facilita esta aflojando el tapon, le haga saltar con estrépito, saliendo en seguida una porcion del gas mismo interpuesto en una cantidad mas ó menos considerable de vino en forma de espuma.

Vino de Champaña.

Generalidades.

Y, si por la presion disminuye el volumen de los gases, y estos toman la forma líquida al disolverse, se concibe que esta presion favorecerá la solubilidad de los mismos. Tan cierto es este principio, que se ha erigido en ley, diciendo: *que el volumen de un gas disuelto por un líquido bajo una presion determinada, es proporcional á esta presion;* lo cual equivale á decir, que si un líquido, agua ó vino, disuelve á la presion ordinaria de la atmósfera un volumen de un gas representado por el suyo propio, ó por 1, si la presion es doble disolverá 2, si triple 3, y si séxtuple 6 volúmenes, suponiendo que durante los esperimentos permanezca constante la temperatura. Por esto, en el caso de que tratamos, los vinos tendrán tanto mas ácido carbónico en disolucion, cuanto mayor fuese la presion que en el interior de las botellas se ejerciere.

Aumentando de otra parte el volumen de todos los cuerpos con la temperatura, y por lo tanto el de los gases, se concibe que estos se disolverán siempre en menor cantidad en un líquido caliente que en otro frio, ó bien que la cantidad de un gas disuelto en dicho líquido será tanto mayor, cuanto menor fuese su temperatura. Esto nos dice desde luego, que para favorecer la solubilidad del ácido carbónico en el vino que nos ocupa, debemos procurar que su temperatura sea siempre la mas baja posible, desde el momento que es bastante elevada para que se sostenga la fermentacion insensible que le da origen. En prueba del influjo que ejerce una temperatura baja para favorecer la solubili-

Vino de Champaña.

Generalidades.

dad de este ácido carbónico en el caso presente, recordaremos que las botellas del vino de Champaña, *frappé* como le llaman los franceses, ó puestas por un tiempo en una mezcla frigorífica de nieve y sal comun, se destapan de pronto sin estrépito, y se escancia luego su contenido sin que arroje la abundante espuma que produce cuando se consume á la temperatura ordinaria. Es que en este caso escepcional el frio ha disminuido el volumen del ácido carbónico, favoreciendo al propio tiempo su solubilidad en el vino.

Pero esta solubilidad, como arriba ya se ha indicado, es distinta en los diversos factores del vino, y mayor en el espíritu que en el agua de este. Esta diversa solubilidad debe tenerse presente para conocer anticipadamente la cantidad máxima que de ácido carbónico podrá el vino tener en disolucion. Estudiada dicha solubilidad hace tiempo por los físicos, y recientemente por Bunsen, el célebre químico que ha reemplazado al inolvidable Gmelin en la Universidad de Heidelberg, respecto del agua, y por Carius respecto del alcohol, creemos conveniente trasladar aquí los resultados obtenidos directamente por estos dos químicos entre las temperaturas de 0° y + 20°. Hé aquí estos resultados:

Solubilidad del ácido carbónico en el agua y el alcohol.

| Temperatura. | Agua. | Alcohol. | Temperatura. | Agua. | Alcohol. |
|---|---|---|---|---|---|
| 0°......... | 1‘7967 | 4‘3295 | 11......... | 1‘1416 | 3‘4461 |
| 1......... | 1‘7207 | 4‘2368 | 12......... | 1‘1018 | 3‘3807 |
| 2......... | 1‘6481 | 4‘1466 | 13......... | 1‘0653 | 3‘3177 |
| 3......... | 1‘5787 | 4‘0589 | 14......... | 1‘0321 | 3‘2573 |
| 4......... | 1‘5126 | 3‘9736 | 15......... | 1‘0020 | 3‘1993 |
| 5......... | 1‘4497 | 3‘8908 | 16......... | 0‘9753 | 3‘1438 |
| 6......... | 1‘3901 | 3‘8105 | 17......... | 0‘9519 | 3‘0908 |
| 7......... | 1‘3339 | 3‘7327 | 18......... | 0‘9318 | 3‘0402 |
| 8......... | 1‘2809 | 3‘6573 | 19......... | 0‘9150 | 2‘9921 |
| 9......... | 1‘2311 | 3‘5844 | 20......... | 0‘9014 | 2‘9465 |
| 10......... | 1‘1847 | 3‘5140 | | | |

Los números que se acaban de trasladar, prueban cumplidamente la mayor solubilidad del ácido carbónico en el alcohol que en el agua á las diversas temperaturas que se indican. Esta solubilidad á su vez se ha examinado á la temperatura ordinaria, y se refiere siempre á un volumen de agua ó alcohol = 1. Vino de Champaña. Generalidades.

99. De lo que precede se deduce, pues, que si dos vinos tienen diversas cantidades de alcohol, disolverán cantidades distintas de ácido carbónico. Admitiendo por un momento que uno de ellos contiene 10 por 100 de alcohol, y el otro 12 por 100, siendo el resto agua tan solo; que la temperatura del sitio en que fermentan era de + 12° y la presion la ordinaria; consultando además la tabla que precede para saber el ácido carbónico que disolverá 1 litro, ó sean 1.000 centímetros cúbicos, tendremos que el 1.°, compuesto de

alcohol 100 × 3'5140 = 351'4000
agua 900 × 1'1847 = 1066'2300
disolverá........ 1417'6300 centímetros cúbicos de ácido carbónico; y que el 2.°, compuesto de

alcohol 120 × 3'5140 = 421'6800
agua.. 880 × 1'1847 = 1042'5360
disolveria........ 1464'2160 centímetros cúbicos del propio ácido gaseoso á la presion y temperatura supuestas. La diferencia entre la cantidad del gas ácido disuelto, que en estas circunstancias da solo unos 46'5 centímetros cúbicos de mas al vino mas rico en espíritu, si admitimos ahora que los dos, siendo vinos blancos y dulces que acaban de esperimentar la fermentacion tumultuosa, los destinamos á la fabricacion del vino de Champaña, y que por lo mismo en su seno se forman siempre nuevas cantidades de ácido carbónico por la fermentacion lenta del azucar, y ácido que se encuentra á una presion creciente, suponiendo que esta en los dos es de 6 atmósferas, tendremos que el vino mas espirituoso, en el propio volumen de 1 litro, contendrá 279'5 centímetros cúbicos mas de ácido carbónico que el otro que contiene menos espíritu, y que, por lo mismo, levantará una espuma mas abundante, satisfaciendo mejor de este modo una de las primeras condiciones que se exijen de estos vinos, cual es la de levantar mucha es-

puma. Esta observacion tan sencilla es una consecuencia lógica de la riqueza alcohólica de los vinos de que tratamos.

Generalidades.

Influye tambien á su vez en la mayor solubilidad del ácido carbónico en el vino su estado de acidez. Uno muy ácido disuelve mas que otro que no lo es tanto. De aquí el que, siendo compatible con el paladar de los consumidores, deba procurarse que el vino este tenga el mas ácido tártrico libre posible para que en él se disuelva un volumen de ácido carbónico proporcionalmente mas considerable que en otro en el cual la acidez fuese menos pronunciada.

De lo dicho se desprende, por lo tanto, que el fabricante de vinos espumosos debe conocer siempre, ante todo, la riqueza alcohólica del vino que se propone fabricar, puesto que tanto influjo ejerce en la cantidad del ácido gaseoso que se disuelve, y tambien la acidez del mismo, aun cuando la influencia favorable de esta, conocida y todo como es, no se haya estudiado de una manera tan detenida como la del agua y alcohol en la solubilidad que nos ocupa. Como ya hemos visto que esta se halla limitada tambien por la resistencia de las botellas á la presion que en su interior se ejerce, si se tienen dos clases de estas, unas que puedan resistir mayor presion que otras; si se llenan luego con dos suertes de vino, poniendo el que es poco espirituoso en las menos resistentes, y el que lo es mas en las que pueden resistir una presion mayor; si en todas ellas se desprende luego en la marcha de la fabricacion la misma cantidad de gas, se concibe que las botellas menos resistentes en este caso escepcional saltarán en gran número, no tanto por su menor resistencia, cuanto por la menor solubilidad de su contenido respecto del gas que se produce. Lo contrario podria suceder si las botellas poco resistentes hubieran sido llenadas con el vino mas espirituoso.

100. Compréndese igualmente que el cosechero, conociendo ya la riqueza espirituosa de los vinos que fabrica, y, por lo tanto, la principal solubilidad del ácido carbónico en los mismos, debe conocer igualmente el volumen que de este gas se produce en el decurso de su fabricacion. Desde el momento que recuerde (17) que el azucar, al fermentar en este caso, se desdobla, sobre todo, en alcohol y ácido carbó-

nico, y que sabe que 100 de azucar de uvas le dan entonces 48'9 de este ácido, dividiendo este peso por el del litro del mismo á la presion ordinaria y temperatura media de $+15°$, que es $1^{gram.},88$, tendrá representado en volúmenes de 1 litro el peso indicado de 48'9 del ácido que nos ocupa. Asi, pues, suponiendo que la unidad del peso es el gramo, tendríamos que

Vino de Champaña.

Generalidades.

$$\frac{48{'}9}{1{'}88}=26^{lit.}$$

ó sea, que los $48^{gram.},9$ de ácido carbónico procedentes de la fermentacion de 100 gramos de azucar de uvas, nos dan 26 litros de dicho gas á la presion y temperatura ordinarias.

Pero, en el caso presente debemos observar, que no solo fermenta el azucar de uvas, sino el de caña, que de intento se añade al vino que se fabrica para tenerle mas espumoso. Por lo tanto, debemos conocer tambien cuántos litros de ácido carbónico suministrará un peso dado de este azucar cuando haya esperimentado su fermentacion. Resolviendo esta segunda parte del problema en vista de los datos que preceden, tenemos:

1.° Que 100 partes de azucar de caña corresponden á 105'263 del de uvas.

2.° Que estos 105'263 dan 51'462 de ácido carbónico en peso.

3.° Que 51'462 gramos de este ácido corresponden á 27'37 litros del mismo.

Vemos, pues, con esto que el azucar de caña ó prismática, cuando acaba de esperimentar la fermentacion alcohólica desprende mas ácido carbónico que el de uvas, como se podia ya colegir de lo que antes se ha indicado; y vemos tambien que el fabricante de vinos espumosos debe conocer perfectamente cuánto azucar de uvas contiene el vino blanco que va á convertir en espumoso, para saber la cantidad del de caña que tendrá que añadirle, á fin de obtenerle cargado de ácido carbónico en la cantidad que caracteriza un buen género, y fuere compatible con la resistencia de las botellas. Si, desentendiéndose de estas consideraciones y guiándose tan solo por la rutina, añadiese la misma cantidad

Vino de Champaña. de azucar á dos vinos blancos que contienen cantidades distintas del de uvas, y los envasase en botellas de la misma clase ó resistencia, Generalidades. como el vino mas dulce desprenderá mas ácido carbónico, se concibe, como ya antes se ha indicado, que la mayor parte de las botellas cargadas con el vino mas dulce podrán estallar, mientras que en las otras no se esperimentará una quiebra tan considerable.

101. Segun esto, el azucar contenido en el vino blanco y dulce que esperimenta la fermentacion insensible en las botellas, representa el papel principal en esta industria. Tan cierto es esto, que los fabricantes mas entendidos procuran aumentar en lo posible la cantidad del de uvas, concentrando al fuego una cantidad de vino despues que ha esperimentado la fermentacion tumultuosa, que luego mezclan á otra porcion del mismo no concentrado, hasta que la mezcla presente cierta concentracion al areómetro ó al gleuco-enómetro, por la cual vienen en conocimiento del azucar contenido, y, por lo tanto, del ácido carbónico que mas tarde formará al continuar su fermentacion. Pero, este modo de concentrar y conocer el azucar, ya hemos visto que deja mucho que desear, debiendo atenerse el fabricante, si quiere proceder con seguridad en esta parte, á lo que en otro lugar queda indicado (29, 46). El ensayo sacarimétrico es el único verdadero para conocer con exactitud el azucar contenido en las uvas, lo mismo que en los mostos y en los vinos que se fabrican. Con este conocimiento procederá luego con seguridad á la adicion del azucar de caña que fuere menester para cargar el vino con el volumen de ácido carbónico que se deseare.

De otra parte, como ya hemos visto el grande influjo que ejercen el alcohol y los ácidos contenidos en el vino que se desea hacer espumoso, respecto de la solubilidad del ácido carbónico, debemos observar que, segun observaciones de los fabricantes mas entendidos, el vino blanco que se desea convertir en espumoso, debe contener:

1.° De 20 á 22'5 gramos de azucar por litro.

2.° De 110 á 120 centímetros cúbicos de alcohol por 1000, ó sea por litro.

3.° Una acidez bastante para neutralizar de 3'245 á 3'4 gramos de carbonato sódico, tambien en 1 litro (32).

102. Fijado el ácido carbónico en el vino por el concurso de las causas que se acaban de indicar, es retenido luego en él por el influjo de las mismas, y por la viscosidad mas ó menos pronunciada del vino. Todos sabemos, en efecto, que luego que se abrió una botella y que salió el gas que llenaba el espacio no ocupado por el vino, con una cantidad mas ó menos considerable de este en forma de espuma, el vino conserva la facultad de desprender nuevas cantidades de gas cuando se agita un poco la botella, etc. Si el gas estuviese disuelto tan solo á beneficio de la accion disolvente del vino y de la presion, cesando esta se desprenderia todo el que no podria ser mantenido disuelto á la presion ordinaria; pero la observacion que acabamos de hacer, prueba que es mucho mayor la cantidad de gas que el vino conserva en disolucion.

Vino de Champaña.

Generalidades.

Esto mismo lo conocen todos los aficionados. Destapada la botella y estando ya el vino tranquilo ó sin levantar espuma, si se llenan las copas dejándole caer de alguna altura, se reproduce dicha espuma. Si las copas, al contrario, se llenan haciendo caer el vino sin que choque contra el fondo de las mismas, entonces la espuma que se desprende es apenas perceptible, y las copas, por lo tanto, pueden recibir mayor cantidad de líquido sin que se vierta ó rebose. Ya llenas las copas en este caso, si se les da un lijero golpe en la boca con la palma de la mano, con un cuchillo, si se pasa por un punto de la misma un arco de violin, ó si de otro modo cualquiera se les comunica un movimiento vibratorio, la efervescencia ó el desprendimiento del gas vuelve á pronunciarse. Lo propio sucede si en el vino tranquilo se introduce un cuerpo terminado en punta, un terroncito de azucar, una miga de pan, etc., cuyas partecillas, en los dos últimos casos, puede considerarse que constituyen tantas puntas cuantas fuesen las que componen dichos cuerpos.

Como consecuencia de lo que se acaba de decir, si tenemos dos copas, una redonda en el fondo y la otra puntiaguda, y las dos las llenamos con el mismo vino, en la última desprenderá mas espuma y aparecerá ser el vino mejor que en la primera, que no la levantará tan considerable. Y á su vez, si de dos copas de la misma forma la una ha sido lavada simplemente y dejada á escurrir y secar, y la otra, al con-

Vino de Champaña.

trario, se ha enjugado con un paño ó lienzo, como este, por fino que sea, siempre deja algo de pelusilla en las paredes de la copa, el vino que en esta se escanciará, levantará mas espuma que el que se escanciare en la que se dejó escurrir y secar. Es que todas las causas que acabamos de indicar, producen efectos contrarios al de la viscosidad del vino, que contribuye á que se mantenga disuelta en el vino una mayor cantidad de ácido carbónico del que puede retener por su solo poder disolvente y la presion atmosférica, tan luego como cesó la mayor presion bajo la cual tuvo lugar la fijacion del ácido gaseoso en el vino que nos ocupa.

Botellas para este vino.

105. Segun se desprende de lo dicho, la buena ó mala calidad de las botellas representa un papel importante en la fabricacion de los vinos espumosos. No siendo nuestro objeto, sin estralimitarnos del punto principal que debatimos, tratar de la buena ó mala calidad del vidrio con que se fabrican, ni mucho menos de las importantes modificaciones que en su fabricacion se han introducido para obtener las botellas mas resistentes, nos contentaremos con decir que en Francia, pais hasta el presente privilegiado para la produccion de los vinos espumosos, gracias á los premios que la *Société d'Encouragement* ha concedido á los fabricantes de botellas, los hay que las venden despues de ensayadas á la presion de 15 atmósferas; de suerte que el comprador solo paga las que resisten á esta presion sin romperse. Si los fabricantes de vino pudiesen comprar siempre las botellas despues de sometidas á esta prueba, de seguro no esperimentarian las quiebras tan estraordinarias que con frecuencia tienen que deplorar. Decimos mas: conociendo anticipadamente la cantidad y el volumen de ácido carbónico que desprende el azucar que fermenta, y el que puede disolver el vino que se fabrica, y advirtiendo ahora que el vino es escelente cuando la presion interior de las botellas durante la fermentacion lenta llega á ser de 6 á 7 atmósferas, si las botellas tuviesen una resistencia dupla, es claro que las quiebras desaparecerian por completo. En el dia, sin embargo, no solo no presenta un estado tan halagüeño la fabricacion de los vinos espumosos, sino que, en general, cuando la presion en el interior de las botellas está entre 7 y 8 atmósferas, la quiebra ó estallido de las

botellas se hace poco menos que general, aun cuando procedan de las fábricas de vidrio mas acreditadas. Pero estos percances, que en breve tiempo ocasionan pérdidas de gran cuantía, se salvarán por completo desde el momento que el fabricante de vino no compre otras botellas que las que antes hemos recomendado, habiendo sido ensayadas oportunamente á una presion doble de la máxima que en su interior tiene lugar. Es cierto que en este caso las tendrá que pagar algo mas caras que las ordinarias; pero en cambio, la desaparicion de las quiebras le compensará con usura del mayor precio de los envases.

Vino de Champaña. Generalidades.

104. Interesa tambien, no obstante la seguridad que suponemos en las botellas que se acaban de elejir, el conocer la marcha de la fermentacion lenta del líquido que en las mismas se encierra. A este fin se acaba de hacer un adelanto de gran trascendencia aplicando el manómetro de Bourdon á alguna de las botellas que en gran número están esperimentando dicha fermentacion. Dicho manómetro, dispuesto como en los casos ordinarios para medir ó indicar las presiones, se pone en comunicacion con la parte de la botella no ocupada por el vino (la *cámara*) á beneficio de un tirabuzon hueco en su eje, por el cual entonces el gas carbónico libre que oprime al vino, y á la botella por consiguiente, pasa á acusarnos su presion en el manómetro de que tratamos. El conocimiento de esta presion es muy importante en la marcha de la fabricacion de estos vinos. Al manómetro unido á su tirabuzon del modo que acabamos de indicar, se le ha dado el nombre de *afrómetro* (de ἀφρός, *espuma*, μετρον, *medida*), ó *medida de espuma*.

Afrómetro.

105. Los tapones con que se cierran las botellas, contribuyen por mucho al buen éxito de esta industria. Despues de muchas discusiones y consejos para sustituir por entero el corcho ordinario con otras sustancias, ó bien de asociarle á alguna distinta de la suya para tener un tapon bien resistente, hanse convencido los fabricantes de que el corcho bueno y elejido cuidadosamente, no tiene sustituto hasta el dia. Este corcho, ó el tapon que con él se fabricare, se procurará que sea fino, elástico, poco poroso, sin nudos; y antes de emplearle para el fin á que se le destina, se le hará hervir un tiempo en una disolucion de tártaro, y luego se le someterá á la accion del vapor del agua á la pre-

Tapones para las botellas.

Generalidades.

Tapones para las botellas.

sion de una ó dos atmósferas. En vez del tártaro, podria emplearse tambien el vino mismo. Este baño no tiene mas objeto, que hacer esperimentar al tapon antes de emplearle, todas las modificaciones que, una vez cerrada la botella, podria esperimentar, en el caso contrario, de parte del vino ó de los principios fijos del mismo. El vapor del agua obra, sobre todo, favoreciendo la solubilidad de algunos principios fijos que el corcho puede contener, y son causa de que se presente mas duro, y menos elástico por lo mismo, en unos puntos que en otros. Hay fabricantes que repiten dos y mas veces el tratamiento sucesivo de la disolucion hirviendo del tártaro y del vapor del agua, y si el primero procede de vino tinto, el corcho adquiere al fin un color de rosa que agrada á la vista.

Rehabilítanse tambien para hacerlos servir segunda vez los tapones de un primer servicio ó uso. Al efecto, debe separárseles el óxido de hierro que los penetró profundamente, sobre todo en los puntos encima de los cuales pasaba el alambre de dicho metal que los sujetaba á la botella primitiva. El medio mas espedito consiste en lavar primero dichos tapones con agua en abundancia hasta que esta salga bien limpia, y en ponerlos á macerar luego en una disolucion acuosa de ácido oxálico que contenga de 3 á 5 por 100 de ácido, dejándolos en ella catorce ó quince dias, trascurridos los cuales se lavan de nuevo en agua abundante. De este modo el óxido de hierro es perfectamente disuelto, y tambien es destruido el tannato férrico que podia haberse formado encima del corcho, sea con el ácido tánico de este, sea con el del vino. De todos modos, los tapones viejos tratados cual se acaba de indicar, se blanquean perfectamente, y tienen todo el aspecto esterior de los nuevos en punto al color. Por medio de otros ácidos, y del clorhídrico sobre todo, se blanquean igualmente; pero en este caso el corcho adquiere una gran fragilidad. Por último, á falta del ácido oxálico, puede emplearse tambien á este fin el mismo tártaro disuelto en el agua y una maceracion bastante prolongada.

Bodegas.

106. Es esencial tambien, para obtener un buen resultado en esta industria, disponer de bodegas especiales. Siendo la materia primera de estas bebidas un vino blanco dulce, que luego esperimenta la fer-

mentacion lenta en vasos cerrados, y teniendo, como sabemos, la temperatura un influjo tan manifiesto en la marcha de esta, así como en la solubilidad del ácido carbónico en el vino que se fabrica, debe procurarse que en las bodegas la temperatura sea la mas baja posible, en tanto que no se oponga á dicha fermentacion. Si la temperatura de la bodega no pasase de +8 á +10°, seria seguramente la mas acomodada para nuestro objeto (33).

Vino de Champaña. Generalidades. Bodegas.

Algunos cosecheros tienen bodegas de tres pisos: el primero que está al piso plano ó terreno, y los otros dos que se hallan debajo. Estas bodegas entonces comunican entre sí por las correspondientes aberturas dispuestas en las bóvedas y pisos respectivos, y sobrepuestas las unas á las otras. Tienen además la luz ó abertura bastante para poder dar paso á las cestas, banastas ó cajones en que se suben y bajan las botellas, á beneficio de cuerdas y de gruas, tornos ó cabrias, así como los barriles. El piso de la segunda y tercera bodega está á su vez inclinado ligeramente, en términos que, si se derrama algun líquido en su interior, se reuna en uno ó dos regueros dispuestos en los puntos donde el desnivel sea mas pronunciado. Y si estos regueros tienen uno de sus puntos estremos mas bajo que los restantes, y en dicho punto mas bajo se practica un pequeño depósito, es claro que en este se reunirá todo el líquido que fluyese por los regueros en cuestion.

Además, con el fin de disminuir un aumento inesperado de temperatura en las bodegas núms. 2 y 3, ó que se hallan debajo de tierra, se dispone que en su interior pueda afluir y caer desde el techo una cierta cantidad de agua en forma de lluvia á lo largo y encima de las botellas que podrian ser víctimas del inesperado aumento de temperatura. Esta agua para el caso que nos ocupa, se tomará del pozo, á fin de que sea de suyo lo mas fresca posible; y una vez que se hayan remojado bien con ella las botellas, se reunirá en el depósito practicado en la parte mas baja de las regueras, en que se recoje.

Esta lluvia se improvisa por medio de tubos de plomo que corren paralelos por debajo del techo, y están sembrados de pequeños agujeros por su cara inferior y en las laterales, recibiendo todos ellos el agua de un depósito que se encuentra en el piso superior.

Vino de Champaña.

Otras veces se prefiere un buen sistema de ventilacion á la lluvia de que se acaba de hablar; pero como en este caso nos interesa mucho que circule por las bodegas un aire mas frio que el que naturalmente contiene, es preciso que el aire esterior, antes que penetre en las bodegas, atraviese por una especie de serpentin que se tendrá dispuesto en el interior de un pozo, por ejemplo, á fin de que tomando la temperatura de este antes de penetrar en la bodega, la ventilacion de que tratamos nos proporcione el objeto que nos proponemos, cual es el disminuir la temperatura demasiado elevada que en alguna de las bodegas mencionadas puede desarrollarse. Sin enfriar el aire del modo que se acaba de decir, ó de otra manera análoga, podria suceder que siendo el de la bodega reemplazado por el ordinario de la atmósfera, si la temperatura de esta era superior al de dicha bodega, esta se calentaria en vez de enfriarse.

Bodegas.

Este percance, sobreviniendo durante la fermentacion lenta en el interior de las botellas, puede ocasionar una gran quiebra de estas en breve período. Por esto se procura que alguna de las botellas que fueron llenadas á la vez con un vino determinado para esperimentar la fermentacion mencionada, esté provista del afrómetro antes indicado (104), y tan luego como el manómetro nos indique un aumento de presion demasiado rápido, se procura moderar la produccion del ácido carbónico ó la marcha de la fermentacion con el enfriamiento de las botellas ó de las bodegas que las guardan, ó bien pasándolas de una bodega poco fria á otra que lo sea mas.

Su fabricacion.

107. Despues de estas consideraciones generales, pasemos á la parte puramente práctica de la fabricacion que nos ocupa. Como ya queda indicado, trátase primero de obtener un vino blanco y dulce. Al efecto, se elijen las uvas bien azucaradas, maduras y limpias, prefiriéndose las negras; se las monda y entresaca cuidadosamente para apartar así lo que aún estuviese algo verde, como lo que por demasiado maduro se hubiese ya pasado ó empezare á podrirse; se estrujan luego y estrae su mosto por medio de dos presiones rápidas y sucesivas, llenando con él acto contínuo toneles ó vasijas, en las cuales se deja sedimentar por espacio de 24 ó 30 horas, á fin de que

se reunan en el fondo todos los cuerpos estraños mas densos, tales como la arena, tierra y demás cuerpos que pueden estar interpuestos. Efectuado este sedimento despues del período indicado, ó antes si fuese posible, y separando la espuma mas ó menos abundante que se hubiese formado, y es debida á un esceso de fermento ó materia fermentescible, se decanta luego el mosto trasparente ó sedimentado, y se llenan con él toneles bien limpios, nuevos ó que solo hayan servido para vino blanco, y se abandona á la fermentacion tumultuosa. Durante la misma debe procurarse que los toneles esten constantemente llenos, á fin de que salga la espuma que se forma, y por lo mismo la mayor parte del fermento que se va oxidando; por lo cual cada dia lo menos deben rellenarse de tres á cuatro veces con el mismo vino. Concluida esta fermentacion activa, se añade al vino resultante 1 litro de aguardiente de Coñac de primera calidad por cada 100 litros del mosto que se puso á fermentar, se rellena bien el tonel y se cierra. La adicion del aguardiente tiene por objeto dar fuerza y aroma al producto, y moderar al propio tiempo la fermentacion lenta que en el mismo luego se desarrolla.

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Como desde luego se comprende, esta adicion del aguardiente de Coñac debe tener lugar en el caso de que el producto de la fermentacion tumultuosa no tuviese la riqueza alcohólica que hemos visto debe tener el vino que se destina á ser espumoso, y que no baja por término medio de 11 á 12 por 100. Si la riqueza espirituosa fuese superior á esta, está ya de mas la adicion del aguardiente; si, por el contrario, fuese inferior, entonces podrá tener lugar la adicion del aguardiente mencionado, ó de un alcohol de buena procedencia, cual se ha aconsejado al tratar del encabezamiento de los vinos (68).

En este estado de cosas, y llegados á últimos de diciembre, estando el tiempo bien seco y sereno, se trasiega este vino á nuevos toneles bien limpios y azufrados, clarificándose acto contínuo con la cola de pescado, que se toma en la cantidad de media onza por cada 200 botellas, y procediendo del modo que antes se ha indicado (58). Al cabo de un mes que se deja sedimentando, se trasiega segunda vez. A fines de febrero se clarifica de nuevo y deja que sedimente hasta los prime-

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

ros dias del mes de abril, en que se decanta otra vez, y se le añade una disolucion de azucar piedra hecha en vino blanco y aguardiente incoloro, en términos que la suma de los dos disolventes pese tanto como el azucar que en ellos se disuelve. El vino blanco que para esta disolucion se emplea, es del mismo que se va á convertir en vino espumoso. Las dos clarificaciones que en tan breve tiempo este vino esperimenta, nos dicen desde luego que el fabricante debe poner un esmero particular en que dicho vino sea de una trasparencia y una finura á toda prueba. No olvidemos nunca que es un vino de lujo, y que por lo mismo nunca estarán de más cuántas precauciones se tomen para darle el aspecto mas agradable á la vista del consumidor.

108. Por lo demás, la disolucion de azucar que ahora se añade al vino bien clarificado, varía mucho si consultamos las diferentes composiciones que cosecheros ó fabricantes que se creen bien entendidos aconsejan; y, sin embargo, de su buena y justa preparacion depende en gran parte la buena calidad del producto que buscamos. Destinado este azucar á esperimentar la fermentacion alcohólica en el seno del vino embotellado, se comprende, que si es escesiva su cantidad, lo será tambien la del ácido carbónico que se producirá, tanto que podrá suceder que salten la mayor parte de las botellas en el curso de la fabricacion. Por esto la adicion de dicho azucar en rigor debe tener lugar despues que se haya hecho el análisis del vino que vamos á saturar de ácido carbónico, por lo que toca al agua, al espíritu, al ácido y al azucar de uvas que todavía contiene por descomponer (99). Segun fueren las cantidades de dichos factores y el ácido carbónico de que queremos se cargue el vino á una presion determinada y proporcionada á la resistencia de las botellas, así será mayor ó menor la cantidad de azucar que pondremos ó añadiremos al vino que se va á embotellar.

109. No obstante lo razonable de este procedimiento, el único que nos puede conducir á resultados seguros y positivos, son muchos todavía los fabricantes que toman por único guia para la adicion del azucar que nos ocupa, las indicaciones del gleuco-enómetro tan recomendado por François, el primero que en Francia trazó una marcha

racional para la fabricacion de los vinos espumosos, pero modificadas mas tarde por los trabajos de PAYEN en lo que toca á la verdadera significacion de los grados de dicho gleuco-enómetro. Hé aquí la tabla ó cuadro en que se hallan comprendidas las indicaciones, y el verdadero valor de los grados de este instrumento por lo que toca al azucar correspondiente á cada uno de ellos.

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Indicaciones del gleuco-enómetro.

| Grados del gleuco-enómetro. | Densidades. | Azucar en 100 litros de agua azucarada. | Azucar contenido en una pipa de vino de 200 litros. |
|---|---|---|---|
| 1 | 1'007 | 1'5 quilog. | 0'5 quilog. |
| 2 | 1'014 | 3'3 | 1'1 |
| 3 | 1'021 | 5'0 | 1'7 |
| 4 | 1'029 | 6'6 | 2'2 |
| 5 | 1'036 | 8'2 | 2'7 |
| 6 | 1'044 | 9'8 | 3'3 |
| 7 | 1'051 | 11'4 | 3'8 |
| 8 | 1'059 | 13'2 | 4'4 |
| 9 | 1'067 | 15'0 | 5'0 |
| 10 | 1'075 | 16'7 | 5'6 |
| 11 | 1'083 | 18'5 | 6'2 |
| 12 | 1'091 | 20'2 | 6'7 |
| 13 | 1'099 | 22'0 | 7'3 |
| 14 | 1'108 | 24'0 | 8'0 |
| 15 | 1'117 | 26'0 | 8'7 |
| 16 | 1'125 | 27'9 | 9'3 |
| 17 | 1'134 | 29'8 | 9'9 |

Consultando, pues, con el gleuco-enómetro el grado que marca un vino cuando se va á embotellar, este grado nos indica aproximadamente en la columna respectiva al azucar contenido en el vino. Es mas: sabiendo anticipadamente por la esperiencia directa el grado que debe marcar un vino en este momento para que despues de completada la fermentacion de su azucar sea bien espumoso, y suponiendo que el vino despues de clarificado tenga un grado inferior, sabemos tambien

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Indicaciones del gleuco-enómetro.

la cantidad de azucar que debemos añadirle para que llegue al grado que nos garantiza para mas tarde la saturacion del mismo por el ácido carbónico en la cantidad deseada. Debemos hacer, sin embargo, una observacion muy importante con François, y es que cuando el vino marca 5° bajo cero del gleuco-enómetro, no produce espuma alguna despues de completada su fermentacion; lo cual nos dice que las materias que contribuyen á darle dicha densidad, no toman la menor parte en la produccion de dicha espuma.

Ahora, aceptando siempre los datos prácticos para conocer la cantidad de azucar que se debe añadir al vino de que tratamos antes de embotellarlo, despues de consultada su densidad en el gleuco-enómetro, se ha estendido la tabla siguiente:

| Grados del gleuco-enómetro. | Azucar que se ha de añadir á 200 litros de vino. |
|---|---|
| 5° bajo cero. | 4 quilog. |
| 6° | 3'4 |
| 7° | 2'9 |
| 8° | 2'3 |
| 9° | 1'7 |
| 10° | 1'1 |
| 11° | 0'5 |
| 12° | 0'0 |

De donde se deduce, que el vino tipo para obtenerle mas tarde bien espumoso, debe marcar los 12° del instrumento indicado; y por lo tanto, que cuando el vino marca un grado inferior á este, se le debe añadir el azucar necesario hasta ponerle en dicha densidad. Estas deducciones son el fruto de los trabajos especiales y directos de François, tantas veces mencionado.

110. Segun se desprende de lo espuesto, solo necesita azucar el vino de primera fermentacion para ser mas tarde espumoso. Con disolverle en el vino mismo en la cantidad correspondiente, se consigue

el objeto que se desea, siendo poco menos que ociosas las diferentes composiciones que se han aconsejado para tenerle disuelto, añadiendo luego de esta disolucion la cantidad que fuere menester para añadir con ella al vino el azucar deseado. Arriba hemos citado ya que el azucar suele disolverse en vino blanco y aguardiente incoloro (107). En lugar de este último, aconséjase á veces el aguardiente de Coñac, como de ello es una prueba el siguiente *licor* ó disolucion de azucar, que es una de las mas aconsejadas para el caso que nos ocupa.

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

| | |
|---|---|
| Azucar piedra blanca. . . . . . . . . . . . . . | 150 *quilógramos.* |
| Vino blanco, del mismo que se hace espumoso. | 125 *litros.* |
| Espíritu de Coñac. . . . . . . . . . . . . . . . | 10 » |

Este espíritu de Coñac, lo repetimos, es enteramente innecesario para el caso que nos ocupa: disuélvase el azucar en peso conocido en una parte del vino mismo que se hace espumoso, procurando sea la menor posible, y esta disolucion llena todas las condiciones que son necesarias para nuestro intento.

De otra parte, si fuéramos á reseñar todas las diferentes disoluciones de azucar que para este caso se han aconsejado, las encontraríamos tan complejas que nos probarian una vez mas, que los fabricantes que las usan no consultan mas que la rutina. Las veríamos hechas en frio unas, otras en caliente, habiéndolas tambien que participan de entrambos medios. Como disolvente del azucar, veríamos que alternan el agua con el vino blanco antes indicado, y tambien con los vinos de Oporto y de Madera, y con el espíritu, el aguardiente ordinario y el aguardiente pardo de Coñac, con su tanto de *Kirsch* y de alcohol de frambuesas. Las hallaríamos, por último, que á la mezcla de tantos ingredientes reunen tambien un poco de disolucion de alumbre, con el fin de dar al vino mas tarde mayor brillo y trasparencia. La adicion de este último debe reprobarse por completo, como atentatoria á la salud del consumidor, siquiera sea poco considerable la cantidad del mismo que con el vino mas brillante se le hace tomar; y la de todos los otros cuerpos que no sean el azucar, como ya se ha dicho, es cuando me-

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

nos del todo inutil para el objeto que nos proponemos. Dichas mezclas, algunas de ellas por cierto muy celebradas por los fabricantes que destinan sus vinos especialmente al mercado de Londres, son una prueba elocuente de lo atrasados que se hallan en su industria, trabajando en esta parte de una manera enteramente empírica y rutinaria.

111. Respetando cuanto acabamos de decir sobre las deducciones que se sacan del uso del gleuco-enómetro para conocer la cantidad de azucar que se ha de añadir al vino blanco que deseamos hacer espumoso, nosotros insistiremos siempre en que dicha adicion se haga prévio el conocimiento del azucar que todavía puede contener, y el de la solubilidad del ácido carbónico en el vino á la presion á que deseamos saturarle de dicho gas (99).

De otra parte, no se olvide nunca que el azucar piedra que añadimos á este vino debe ser siempre de caña, y nunca de remolacha; por cuanto el de esta procedencia, no obstante los adelantos verdaderamente estraordinarios que su fabricacion ha hecho, constantemente descubre un ligero olor nada agradable (*), al paso que sucede todo lo contrario con el de caña, que contribuye á mejorar el aroma del vino.

112. Por lo demás, adicionado el vino blanco bien clarificado con el azucar en la cantidad que se requiere para la buena calidad del producto que se busca, y hecha esta adicion en los barriles mismos en donde se trasvasó últimamente, acto contínuo se procede á llenar con él las botellas donde debe efectuarse la fermentacion insensible de dicho azucar.

Claro está que estas botellas deben haberse lavado préviamente, y hallarse bien secas ó escurridas. Este lavado se facilita mucho á beneficio de medios que nos suministra la mecánica. Uno de ellos consiste en sujetarlas por pares á una especie de bastidor, en el cual se les puede comunicar el movimiento circular sobre su propio eje, teniendo por fuera sujeto en el marco ó bastidor un pequeño cepillo curvo, de manera que se frote toda su superficie esterior al girar la botella, y

---

(*) Payen, *Précis de Chimie industrielle, pag.* 640; París, 1855.

hallándose dentro de esta otra brocha que puede rozar toda su superficie interna. Con este mecanismo, y hallándose de contínuo rociadas con agua las botellas animadas de dicho movimiento circular, se concibe que su lavado será rápido y completo. Vino de Champaña. Su fabricacion.

Bien lavadas, pues, y escurridas las botellas, se procede á llenarlas. El barril en que está contenido el vino, para facilitar esta operacion tiene una llave de dos aguas y otros tantos picos, puestos estos á los estremos de un tubo que es perpendicular al eje ó caño único de la llave. De esta manera, y teniendo á su lado el encargado de llenar las botellas un buen número de estas, empieza, por ejemplo, poniendo una debajo del pico de la derecha, y cuando está medio llena, coloca otra debajo del pico de la izquierda, con lo cual tan luego como la primera está llena, dando la vuelta correspondiente al macho de la llave, el derrame del vino tiene lugar por el pico opuesto sin que nada del mismo sea perdido. Se llenan las botellas.

Acto contínuo se separa la botella llena y es reemplazada por otra vacía, la cual empezará á llenarse tan luego como la segunda botella estuviere ya llena, volviendo á hacer tomar al macho de la llave su primitiva posicion. Dicho está que la segunda botella llena es reemplazada á su vez por otra vacía como lo fue la anterior, y que se llenará del mismo modo que esta, lo propio que las demás, en tanto que el barril contuviere del vino que estamos embotellando. Al separar las botellas llenas, el encargado de esta operacion les pone un corcho ó tapon provisional, y las entrega á su ayudante ó aprendiz, que las lleva al departamento donde se las tapará de una manera mas segura. Es indispensable este tapon provisional á fin de impedir en lo posible el contacto ó acceso del aire, que, de lo contrario, es causa de que pronto se desarrolle en el vino una fermentacion activa.

Al llenar las botellas, de otra parte, se procura que siempre quede un pequeño hueco ó vacío debajo del corcho, de una altura de 3 á 4 centímetros; de lo contrario, si se llenasen del todo, al introducir con fuerza mas tarde el tapon definitivo, atendida la poca compresibilidad de los líquidos, ó el corcho no penetraria bastante, ó las botellas podrian estallar.

Vino de Champaña. Su fabricacion.

Hallándose de ordinario los barriles que contienen el vino que embotellamos, en el piso segundo ó tercero de las bodegas que los tienen, á fin de que su contenido esperimente la fermentacion lenta á la temperatura mas baja posible, para este envase se suben al piso primero ó terreno, y en el mismo es donde tiene lugar la colocacion definitiva de los corchos.

Modo de tapar las botellas.

115. Debiendo estos cerrar herméticamente y resistir la fuerte presion que dentro de la botella muy luego se desarrollará, se concibe que esta operacion debe llevarse á cabo de una manera especial y muy bien entendida. Se empieza, al efecto, haciendo entrar en la garganta ó cuello de la botella el corcho convenientemente elejido y preparado (105), despues que se le ha sometido á una fuerte presion, á espensas de la cual se le hace tomar momentáneamente un diámetro sensiblemente menor que el del cuello de dicha botella. Esta operacion se lleva á cabo á beneficio de máquinas especiales, cuya composicion ó disposicion es muy varia, si bien todas conducen con mayor ó menor celeridad al objeto indicado. Adquiriendo, pues, con su auxilio el corcho un diámetro menor que el cuello ó boca de la botella, y hallándose esta colocada inmediatamente debajo del fuerte anillo donde el corcho se comprime, se concibe que al arrojar ó hacer salir el tapon por la parte inferior de dicho anillo, penetrará sin dificultad en la garganta de la botella, en la cual se dilatará ó ensanchará un poco, tendiendo á recobrar su volumen primitivo desde el instante en que cesare la fuerte presion á la cual momentáneamente se ha hallado sometido; pero como el cuello de la botella tiene un diámetro sensiblemente menor que el del corcho antes de ser comprimido, resulta que este nunca puede recobrar su volumen primitivo, encontrándose por lo mismo en estado violento, y oprimiendo fuertemente las paredes interiores del cuello mencionado. A beneficio, pues, de esta elasticidad violentada del corcho, es como este oprime por igual (si no es defectuoso) la garganta de la botella, y cierra herméticamente la misma. De otra parte, la forma sensiblemente cónica del cuello de esta, permite que la seccion del corcho que penetró á mayor profundidad, se ensanche ó dilate mas que las superiores, siendo la que menos se dilata la que corresponde al mismo gollete ó

garganta por corresponder esta á la de menor diámetro; de donde resulta naturalmente que dicho corcho toma la forma cónica, correspondiendo la base del cono á la parte que ha penetrado mas, y siendo esta una circunstancia que favorece el que el corcho esté bien firme y seguro.

Vino de Champaña.

Su abricacion.

Se sujeta el corcho á las botellas

114. Aun cuando el corcho, por lo que acabamos de ver, se mantenga firme por de pronto en las botellas y las cierre herméticamente, es preciso, sin embargo, asegurarlo mejor para cuando mas tarde aumentará la presion en el interior de las mismas. Para conseguir este objeto, hay obreros especiales encargados de asegurar ó sujetar sólidamente los corchos. Esta operacion la llevan á cabo en dos tiempos distintos: durante el primero los sujetan provisionalmente á beneficio de un buen bramante que, por medio de un lazo corredizo, atan al gollete, cordon ó gargantilla de la botella, cruzándole luego en la corona ó parte superior del corcho, y anudando bien los dos estremos para que no se escurran y tengan firme: en el segundo se sujeta á beneficio de un buen alambre de hierro recocido, procediendo de una manera análoga á lo que se hizo con el bramante. Como este permanece solo por bastante tiempo antes que se coloque el alambre, y las botellas quedan depositadas en las bodegas, que siendo siempre mas ó menos húmedas, pueden dar lugar á que el bramante se pudra y pierda toda ó la mayor parte de su resistencia, debe prepararse convenientemente para impedir dicha destruccion. Esto se consigue con facilidad dándole un baño de aceite de linaza, y dejándole al aire hasta que el aceite se haya desecado; luego se ovilla, y está en disposicion de poder ser empleado. Siendo el aceite de linaza uno de los llamados secantes, pronto se deseca por el mencionado contacto del aire; pudiéndose emplear luego sin que ni ensucie los dedos del obrero, ni menos se peguen las unas á las otras las diferentes vueltas que forman el ovillo. Impregnado perfectamente de dicho aceite en un principio todas las hebras ó fibras del bramante, una vez desecado el aceite, quedan cubiertas por una telilla de un verdadero barniz, que hace que no pueda absorber nada de agua, poniéndole por lo tanto á cubierto de la alteracion indicada, que, en el caso contrario, no podria menos de sufrir con el tiempo por efecto de la humedad de las bodegas.

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Se sujeta el corcho á las botellas.

Preparado, pues, el bramante como se acaba de indicar, para emplearle del modo que se ha dicho, se sienta el obrero encargado de esta operacion en un taburete de asiento cuadrado, en uno de cuyos lados tiene dispuesto y sujeto otro triangular, algo mas bajo que el asiento del primero. El taburete triangular tiene dispuesto y firmemente sujeto en el centro una especie de estuche hueco de cuero cilíndrico, dentro del cual se coloca y ajusta la botella. Puesta esta en este estuche, sujeta este el obrero con sus piernas, y acto contínuo aplica el lazo de bramante que ha de sujetar el corcho. Hay obreros tan diestros, que al dia sujetan del modo que se acaba de indicar de 1.000 á 1.200 corchos. Esto prueba que colocado del modo que se ha dicho, el obrero trabaja con la mayor soltura. Por lo demás, no es indispensable que tenga que trabajar siempre de este modo; colóquese en otra disposicion cualquiera, si la cree preferible, mientras nos dé siempre igual ó superior trabajo.

Una vez sujeto el corcho con el bramante, se le da luego mas estabilidad con el alambre. Ya hemos dicho que este debe ser recocido; pero como con el tiempo, y permaneciendo en un sitio húmedo, se va siempre oxidando hasta el punto de saltar á veces convertido enteramente en óxido en algun punto, perdiendo por lo mismo siempre mas de su resistencia, de aquí el que se haya pensado en sustituir el alambre ordinario con el que ha sido estañado. Esta sustitucion, siquiera resulte el alambre algo mas caro, ha sido muy bien entendida, por cuanto cubierto el hierro con una lijera telilla de estaño, no solo no se oxida como el ordinario por el concurso simultáneo del agua y del oxígeno del aire (atendida la completa inalterabilidad del estaño por estas causas), sino que el hierro estañado se halla constantemente en un estado electro-negativo que imposibilita por completo dicha oxidacion. El hierro estañado, pues, tiene por dicho motivo una duracion indefinida.

Como el estaño cuesta mucho mas caro que el zinc, y este es tambien bastante inalterable al aire, algunos pensaron en sustituir el alambre galvanizado ó cubierto con zinc, al estañado. Esta sustitucion, que á primera vista se presentaba beneficiosa bajo todos conceptos,

fue preciso abandonarla, sin embargo, muy pronto, por cuanto se vió que la salud de los obreros encargados de sujetar el alambre á las botellas, se resentia profundamente del polvo de zinc que en mayor ó menor cantidad siempre se desprende, mayormente al retorcer los cabos ó estremos de dicho alambre. No olviden, pues, esta observacion los que en nuestro pais pensaren en la sustitucion que acabamos de indicar.

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Se sujeta el corcho á las botellas.

Por lo demás, el alambre de hierro solo, ó mejor estañado, ya hemos dicho que se aplica de una manera análoga á lo que se ha visto respecto del bramante. Observaremos, sin embargo, que se aconsejan otros diversos medios para la aplicacion de dicho alambre. Uno, bastante generalizado, consiste en disponer préviamente con el alambre un doble broche de una altura tal, que sujetando por un estremo la corona ó parte mas alta del corcho, por el otro venga á ajustar ó sujetar exactamente debajo de la gargantilla del cuello de la botella. Para hacerlo se forman con un solo alambre tres cordones que arrancan de tres puntos equidistantes de un pequeño círculo formado con el propio alambre, al paso que por la parte inferior están sujetos por otro círculo mayor, formado por uno de los cabos ó estremos del mismo alambre, y círculo que se puede abrir ó cerrar segun la voluntad del obrero encargado de sujetar este broche. Resulta, pues, éste compuesto de los dos círculos indicados, uno mayor que el otro, y de los tres cordones que á manera de tirantes los unen, afectando el conjunto la forma de un cono truncado. El círculo superior, además, tiene un diámetro mucho menor que la corona ó estremo del corcho, y el inferior puede abrirse ó cerrarse segun queda indicado. Así las cosas, para sujetarle, el obrero abre el círculo inferior de manera que pueda entrar en el cuello ó garganta de la botella, estira bien los tres tirantes hasta que el anillo ó círculo inferior venga á quedar debajo del cordon del cuello de dicha botella, estando aplicado el superior contra la corona ó estremo del corcho, y acto contínuo retuerce los estremos del círculo que se halla debajo del cordon mencionado. Claro está que con esta maniobra el círculo superior toma la forma de un triángulo, de cuyos vértices arrancan los cordones que, doblándose en el borde del

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

corcho, vienen á terminar en el anillo inferior. Estos dobles broches, por lo demás, se hacen anticipadamente en fábricas ó talleres especiales, y el obrero los tiene en gran número para irlos sujetando á medida que los necesitare. Resulta entonces el cierre de las botellas algo mas caro, pero tambien es mas firme, y el fabricante puede estar seguro de que serán muy pocas las que darán salida al ácido carbónico, y las que por lo mismo, dejarán de hacer saltar el tapon con estrépito, una vez roto el broche que le sujetaba.—Este sistema se va generalizando mucho en el dia. Dejamos de hablar de otros varios que tambien se recomiendan y observan en las botellas de ciertos cosecheros, por cuanto no presentan las ventajas y la seguridad del que se acaba de indicar.

Fabricantes hay, en fin, que suprimen la aplicacion prévia del bramante, sujetando el corcho con el solo alambre metálico.

Fermentacion insensible.

115. Llenas y cerradas las botellas del modo que se acaba de indicar, ya no se trata de otra cosa sino de dejarlas en una disposicion tal, que ocupando poco espacio en las bodegas, tarden el mas tiempo posible en completar la fermentacion lenta ó insensible en que desde luego entra el azucar contenido en el vino.

Ante todo se empieza llevando las botellas á una bodega que sea bastante fresca. Teniéndolas de tres pisos, por ejemplo, se bajan al que sigue al piso terreno, donde naturalmente la temperatura será mas baja que en este; y si no lo fuese bastante, se bajarán á la bodega mas honda. A falta de bodegas de esta construccion, procuraremos tener una que sea bastante fria para la fabricacion de que tratamos, y cuya temperatura constante sea de $+ 10^\circ$. Ya trasladadas las botellas cual se acaba de indicar, se forman con ellas pilas ó montones simétricos para que ocupen el menor espacio posible. Al efecto, se dispone primero en la bodega una serie de pequeñas latas ó listones delgados, en número de cuatro ó cinco segun fuese su espesor, puestas de plano unas sobre otras. La altura de la pila resultante debe ser tal, que descansando sobre la misma una botella por el gollete, y apoyándose por su panza en el suelo, esté en lo posible horizontal. Así arreglada, pues, esta pila, se pone á todo lo largo de la misma una fila de botellas echadas del modo que se acaba de indicar, procurando acuñar las estremas para

que no echen á rodar por el menor movimiento ó sacudida. Sirve de cuña un pedazo de tabla ó de un tapon de corcho cortado por su mitad, de forma que resulten dos semicilindros. Colocada esta primera fila de botellas, en la parte superior de su panza, y cerca de su estremo, se pone una nueva lata, y acto contínuo se coloca una segunda fila de botellas, de manera que su panza esté entre dos golletes de las inferiores, y sus golletes ó cuellos vengan á reposar sobre la lata de que acabamos de hablar, acuñando siempre las de los estremos. Para una tercera fila se procederá de la misma manera que para la segunda, poniendo una lata tambien sobre la panza de las segundas, y haciendo que en ella vengan á descansar los golletes de las botellas de la tercera fila, en tanto que por sus panzas descansan entre los cuellos y golletes de las de la segunda. Del propio modo se va subiendo siempre á mayor altura el monton de botellas, hasta sobreponer diez y ocho y veinte filas de ellas. Estos montones, así improvisados, reunen la mayor solidez, y por su estructura particular, permiten sacar una ó mas botellas de los diferentes puntos de la fila que se quiera, para examinar la marcha de la fermentacion de su contenido, pudiéndose despues colocar de nuevo sin gran trabajo en su lugar primitivo.

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Es bueno, para lo que luego podrá sobrevenir, que á lo largo de estos montones, en la parte superior de la bodega, corran paralelos los tubos por cuyo medio podremos improvisar una lluvia de agua mas ó menos fria sobre los mismos.

Modo de conducir la fermentacion insensible.

Ahora, por lo que toca á la manera de conducir la fermentacion, debemos observar que siempre se procura sea ó marche lo mas lenta posible, tanto que algunos fabricantes invierten en esta operacion hasta dos y tres años. Cuanto mas lenta ó insensible marche esta fermentacion, tanto mejor será el producto de la misma. De aquí el que deba procurarse que la temperatura de las bodegas sea lo mas baja posible, en tanto que no se oponga ó impida por completo dicha fermentacion. De aquí por lo mismo el esmero que se tiene en construir las bodegas para que sean bien frias, ó para que, no siéndolo naturalmente, puedan enfriarse por medio del agua ó de una ventilacion bien entendida (106).

De otra parte, para juzgar con exactitud de la marcha de esta fer-

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Modo de conducir la fermentacion insensible.

mentacion, se coloca en alguna de las botellas que se acaban de llenar con el vino que ha servido para las de cada monton, el manómetro de Bourdon convertido en el afrómetro (104). Por su medio, y dejando la botella en la misma bodega, conoceremos el aumento de la presion en su interior, y por lo tanto juzgaremos de la rapidez ó lentitud con que marcha la fermentacion insensible. Si se ve que esta es demasiado activa, no hay mas remedio que disminuir la temperatura de la bodega por alguno de los medios que ya sabemos, ó pasar las botellas á una bodega mas fria: si, por el contrario, se notare que anda demasiado lenta ó remisa, es preciso aumentar la temperatura. Uno de los medios mas empleados consiste en subir ó trasladar las botellas á una bodega cuya temperatura sea mas elevada. La que se encuentra al piso terreno, es la que suele preferirse en este caso. Hay tambien quien aconseja que las botellas se saquen al sol por cierto tiempo, cuyo aumento de temperatura produce muy luego el efecto que deseamos, cual es el activar un poco la fermentacion que habia cesado. Pero, este medio tiene un inconveniente de los mas graves. En efecto, si se descuida un poco el fabricante, y las botellas permanecen en este asoleo algo mas de lo regular, es muy posible que, dilatándose el gas ya formado á espensas del aumento de temperatura, las botellas estallen en mayor ó mayor número. Por esto no aconsejaríamos nunca este asoleo para conseguir el objeto que buscamos. Basta para esto que se suban las botellas á la bodega que está al piso terreno, y cuya temperatura sea superior á $+10$ ó $+12°$. Dejadas en ella por algun tiempo, de seguro se pondrá nuevamente en marcha la fermentacion que se hubiese amortiguado ó suspendido por completo. Antes de trasladar las botellas de la bodega en que se encuentran, es bueno tambien procurar el aumento de su temperatura, por ejemplo, impidiendo toda circulacion del aire. El termómetro que debe estar en la bodega, nos dirá al momento si este medio produce el resultado que se busca, y en el caso de ser insuficiente, no hay mas remedio que pasar las botellas á una bodega mas templada.—No olvidemos nunca que, cual antes ya se ha dicho, cuando el manómetro acusa dentro de las botellas ordinarias una presion de 6 ó 7 atmósferas, tiene lugar inevitablemente el estalli-

do de la mayor parte de las mismas. Por esto se procura que esta presion no se presente jamás; y si se aproximare á ella, no hay mas remedio que enfriar repentinamente las botellas lo mas posible, para que disminuya el volumen del gas con el descenso de la temperatura, y tambien para contener la fermentacion. Cuando la presion dentro de la botella es de unas 5½ á 6 atmósferas, el vino resultante es ya de escelente calidad. Vino de Champaña. Su fabricacion.

116. A este resultado se llega, hemos dicho, en dos y hasta tres años. Indudablemente que se podria conseguir mucho mas pronto procurando que la fermentacion anduviese mas activa; pero esta fabricacion acelerada es siempre en detrimento de la calidad del vino.

Saturado pues ya este de ácido carbónico al punto que se ha dicho, viene ahora una de las operaciones mas delicadas. Durante la fermentacion lenta que por tanto tiempo ha sufrido, se ha ido formando en el interior de la botella un sedimento mas ó menos abundante, mas ó menos pegajoso, que es preciso separar. Este sedimento se encuentra en la panza de la botella y lado inferior de la misma. Para separarle, se empieza haciendo que de este punto caiga contra el tapon, lo cual se consigue poniendo las botellas, que hasta ahora permanecian horizontales, bien inclinadas, de manera que la parte mas baja sea el cuello ó gollete. A este fin, el medio mas sencillo consiste en hacer montones con ellas y las latas suficientes, procurando que estén en la inclinacion indicada. Estos montones se hacen puntualmente del mismo modo que antes se hicieron los en que se dejaron horizontales, solo que ahora se les da la inclinacion antedicha. De este modo, y en poco espacio, se pueden colocar muchas botellas, dejándolas en tal situacion hasta que se vea que todo el sedimento pasó á pegarse ó reunirse junto al tapon.—Otros prefieren poner las botellas invertidas en una especie de atril, cuyas paredes están agujereadas, de manera que en estos agujeros entran dichas botellas hasta la base del cuello. Seguramente que este medio es bueno; pero hay que observar que estos atriles ocupan mucho mas espacio que los montones de que antes se ha hablado, colocándose además en los primeros un número menos considerable de botellas que en los últimos. Separacion de las heces.

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Como quiera que sea, al cabo de unos dias que las botellas permanecen con la inclinacion mencionada, el sedimento suele hallarse ya reunido junto al tapon. Si tardare demasiado en suceder así, se procura agitar un poco la botella ó darle algun lijero golpe en el fondo teniéndola invertida. Tarda á veces mucho en pasar el sedimento al punto que se desea, mas esto sucede cuando el vino primitivo no fue convenientemente clarificado. Ahora se comprenderá el grande esmero con que ha debido tener lugar esta clarificacion.—Reunido, pues, el sedimento junto al corcho, hay que hacer saltar este y dar salida á un poco de vino para que empuje delante el cuerpo de que tratamos. A este fin, el obrero encargado de esta operacion, empieza tomando y manteniendo invertidas las botellas con su mano y antebrazo izquierdos; con la derecha luego hace saltar primero el alambre y el bramante que sujetan el corcho; en seguida empuja á este suavemente en todas direcciones, sujetándole siempre con el índice de la izquierda, de manera que el corcho nunca salte; y cuando se observa que está ya bien removido y que se puede desprender por completo sin dificultad, le separa solo un instante y lo menos posible del gollete, con lo cual sale al momento un poco de vino, que empuja delante el sedimento. Si este es pegajoso y está adherido al cuello de la botella, el obrero introduce un momento el dedo miñique de su derecha y roza ó frota con él toda la superficie interior del gollete para hacer saltar todo dicho sedimento. El vino que sale de las botellas en esta operacion, es recibido en un vaso acomodado que el obrero tiene delante. Las botellas á su vez son tapadas acto contínuo con un tapon viejo provisional, para ser luego sustituido por otro mejor y mas seguro.

Separacion de las heces.

117. Durante esta operacion sale de la botella una cantidad de vino mas ó menos considerable, y vino que revuelto con el sedimento, los pedazos de corcho, los alambres, y sometido al contacto del aire, es completamente perdido, no pudiendo aprovecharse para otra cosa que para vinagre. Teniendo las botellas ordinarias de este vino la capacidad de unos 80 centílitros, 6 de estos por término medio son los que se pierden al separar las heces. Junto con este vino, como se comprende, sale tambien una gran cantidad de ácido carbónico que un momento

Separacion de las heces.

antes estaba contenido en el mismo; por manera que este, si bien mas limpio y trasparente, ha perdido una gran parte del gas que le da tanto aprecio.

Este vino, por otro lado, tiene por lo comun en este momento una acidez escesiva, que es preciso disimular añadiéndole una nueva cantidad de azucar en forma de disolucion ó *licor*, como sucedió con el que se le añadió la vez primera para que se saturase de ácido carbónico durante la fermentacion lenta ó insensible. La cantidad de esta disolucion que ahora se le añade, varía con el paladar de los consumidores; pero siempre es mayor que los 5 á 6 centílitros de vino que salió al separar las heces ó el sedimento. Hay fabricantes que añaden hasta 20 y 24 centílitros de ella, ó sea la cuarta parte del líquido que contiene la botella, al paso que otros se contentan con una adicion mucho menos considerable. De aquí, pues, el que todavía se tenga que separar de las botellas una nueva cantidad de su contenido para ser reemplazada luego por la mencionada disolucion de azucar.

Esta operacion en la generalidad de las fábricas se lleva á cabo por los medios ordinarios, á saber: decantando la botella y vaciando la parte que se quiere separar en un barril, pero todo al contacto del aire. Este, por lo tanto, asi actua con su oxígeno sobre el vino que se saca, como sobre el que queda en la botella, perdiendo notablemente uno y otro por este motivo algunas de sus principales propiedades. El vino mismo que se saca, de otra parte, nunca sale en la cantidad precisa que se desea, siendo unas veces superior y otras inferior á esta. Y á su vez el que queda en la botella, contínuamente agitado, pierde la mayor parte de su ácido carbónico, además de las alteraciones que esperimenta por el acceso del aire en su interior.

La disolucion de azucar que mas tarde debe añadírsele, se le vierte tambien por los medios comunes, y siempre al través del aire.

Para remediar unos inconvenientes tan graves, se han ideado aparatos muy bien concebidos, con los cuales todas estas operaciones se llevan á cabo sin los inconvenientes que acabamos de indicar. Las condiciones esenciales que al objeto reunen estos aparatos, son las siguientes: 1.ª: una vez sacadas las heces de las botellas, y tapadas estas provi-

Vino de Champaña.

Su fabricacion.

Separacion de las heces.

sionalmente, vienen luego una á una á ponerse en comunicacion en un aparato, en el cual se hallan sometidas á una presion que es sensiblemente la que se ejercia sobre el vino cuando la botella estaba cerrada, y presion que, lo mismo que esta, es debida al ácido carbónico. De este modo el vino está libre del contacto del aire, y deja de perder el ácido carbónico que de contínuo suelta cuando solo se halla sometido á la presion de este. 2.ª: sin que cese la presion indicada, la botella se puede invertir para que dé salida á la cantidad mas ó menos considerable de vino que se saca, para luego sustituirle por la disolucion de azucar que se desea. 3.ª: el vino que se saca, es recojido en un deposito, donde se halla siempre sometido á la presion del ácido carbónico mencinoado, y fuera del alcance del aire, con lo cual este vino conserva todas sus buenas calidades, pudiendo emplearse luego nuevamente para rellenar las botellas despues que se les ha añadido la disolucion de azucar. 4.ª: esta se les añade, por fin, en una cantidad siempre constante, y tambien fuera del contacto del aire.

Por lo demás, endulzado el vino cual se acaba de indicar, y rellena la botella, se cierra esta á la mano primero con un tapon provisional, y luego con un tapon definitivo por medio de la máquina, del mismo modo que se hizo cuando las botellas se dejaron para que esperimentasen la fermentacion lenta ó insensible; se colocan de nuevo por espacio de 3 á 6 meses en la misma posicion horizontal en que estaban cuando esta tuvo lugar, y trascurrido este período pueden ser entregadas al comercio. Todavía ahora se restablecerá en su interior la fermentacion insensible, á cuyas espensas el vino recobrará muy luego el ácido carbónico que perdió durante las últimas manipulaciones; pero esta fermentacion llega pronto á su término, por faltar seguramente el fermento soluble indispensable para la misma. La mayor parte de dicho fermento, que desde un principio estaba contenido en el vino, ha pasado á insoluble, y dado origen á las heces durante el largo período que se sostuvo la primera fermentacion insensible para saturar de ácido carbónico el vino; de lo contrario, si este conservase todavía mucho fermento soluble, como se le añade un esceso de azucar para que el vino quede mas ó menos dulce, continuándose la fermentacion insen-

sible por largo tiempo, el ácido carbónico que en nuevas cantidades se iria acumulando en las botellas, sería causa de que la mayor parte estallasen.

Vino de Champaña.

Su imitacion.

Imitacion del vino de Champaña.

118. Una vez demostrado que la propiedad de ser espumoso la debe el vino de que tratamos, al ácido carbónico disuelto bajo una fuerte presion, creyeron algunos que nada era mas fácil que el preparar vinos parecidos con los blancos de buena calidad, saturándolos de dicho gas, prévia dicha presion, á la manera que se fabrican las limonadas gaseosas. Mas es el caso que entonces lo que se obtuvo fue un vino espumoso, es cierto, pero que estaba constantemente turbio, por precipitar el ácido en cuestion la gliadina que contiene el vino, sin que jamás, ni aun despues de mucho tiempo, llegue á formar un sedimento compacto. Para correjir este inconveniente, no hay mas remedio que precipitar esta gliadina á beneficio del tanino, cual se ha dicho al tratar de correjir los vinos que se ahilan. Una vez precipitadas dicha gliadina ó el fermento soluble en su mayor parte, el vino podrá saturarse de ácido carbónico sin que tenga lugar el enturbiamiento antes indicado, adquiriendo con todo la propiedad de ser espumoso. Pero no nos hagamos ilusiones: los vinos preparados de este modo, son conocidos al instante por un paladar esperimentado. Hay mas: podemos preparar vinos espumosos con nuestros ricos blancos de todas clases y variedades en que el pais abunda, operando enteramente cual lo hacen en Champaña: imitaremos perfectamente á este, como sucede en otros varios sitios en Francia mismo; pero es lo cierto, que en este mismo pais al momento distinguen los conocedores el Champaña legítimo del que procede de otras comarcas, siendo muy de temer que sucediera lo propio entre nosotros.

Es indudable, sin embargo, que en algunos puntos vinícolas, como en la provincia de Tarragona, en Villaviciosa de Odon en la de Madrid, y en otros varios, se han hecho ya ensayos muy satisfactorios que dejan augurar un éxito completo. Si hay algun pais que pueda rivalizar con la Champaña en esta fabricacion, es sin disputa alguna el nuestro, donde se encuentran todas las zonas de vegetacion y todas las influencias meteorológicas que puedan desearse para el cultivo de

Vino de Champaña.

Su imitacion.

las variedades ó razas de la vid que se quieran introducir ó mejorar. Lo que todavía falta, es marcar los límites de las comarcas ó zonas de vegetacion en que puede dividirse el territorio vinícola. El dia que poseamos estos conocimientos, la agricultura habrá dado el mayor paso en esta parte de tanta trascendencia. Afortunadamente parece que va comprendiendo ya el Gobierno cuán util debe ser este conocimiento, si hemos de juzgar por las *Observaciones meteorológicas* que acaba de publicar el celoso Director del Observatorio de Madrid. Solo falta que se continúen dichas publicaciones en mayor escala, cual lo deja adivinar el Sr. Rico en la nota final que acompaña á su mencionado trabajo; y una vez conozcamos bien nuestra climatologia, y la composicion de los terrenos respectivos, podremos entonces compararla en sus diversos puntos con la de la Champaña, bien conocida por los trabajos de los franceses, y elejir para el cultivo de las cepas que dan el vino de que tratamos aquellas comarcas que se confundan con la privilegiada del vecino imperio. Trasportados á ellas los majuelos de la Champaña misma, si es preciso, y cultivados con el mismo esmero que en esta, es seguro que en su patria adoptiva darán idénticos resultados. Al nuevo cuerpo de Ingenieros de Montes le toca tambien contribuir con sus luces á la mas pronta realizacion de tan importante trabajo.

## Breve idea de los terrenos en que se da la vid.

Terrenos en que se da la vid.

119. La importacion y aclimatacion de que tratamos, nos obliga desde luego á decir cuatro palabras sobre los terrenos mas acomodados para el cultivo de la viña, bien que de una manera muy general, por no estar aún conocida cual se requiere, la climatologia de nuestro territorio. Esto es tanto mas indispensable, cuanto que hace poco hemos señalado los vidueños que se dan con preferencia en las comarcas en que se conocen hace ya algunos siglos, rindiendo en ellas los mejores esquilmos.

En Andalucía, el pais privilegiado para la cosecha de la uva, se conocen cuatro terrenos principales, que denominan *albarizas*, *barros*,

*arenas* y *bugeo.* A veces se distinguen tambien en terrenos de 1.ª, 2.ª, 3.ª y 4.ª clase. La composicion respectiva de estos terrenos, determinada hace mas de medio siglo y no confirmada por trabajos posteriores, da para todos una composicion muy parecida, que dista mucho de inspirar la confianza que de estos trabajos debe esperarse (*). Segun dicha composicion, en los terrenos consabidos solo hay carbonato de cal, alúmina, arena y óxido de hierro. No se habla del agua de hidratacion, de los álcalis, sin los cuales la vid no puede vegetar en ningun terreno, de las sustancias ó restos orgánicos, etc.; por manera que dicho análisis no nos permite sacar en el dia conclusion alguna bien fundada. Terrenos en que se da la vid.

Clemente, sin embargo, ateniéndose á ella, nos indica las cepas que se dan con preferencia en dichos terrenos. En el de la 1.ª clase (formado de carbonato de cal 68, alúmina 24, arena 6, óxido de hierro 2, total 100) nos dice que se dan muy bien el *Pedro Jimenez* y el *Montúo perruno.* En la arena de este terreno hay fragmentos muy pequeños de cuarzo lácteo y de roca córnea. En el de 2.ª (compuesto de carbonato de cal 69, alúmina 22, arena 6, óxido de hierro 3, total 100) se da bien el *Montúo perruno*, y no el *Jimenez* antes indicado, á pesar de ser la composicion del terreno poco menos que idéntica á la del anterior, aun cuando en su arena se hallen fragmentos de roca córnea verdosa y de cuarzo rojizo. El de la 3.ª clase (carbonato de cal 66, alúmina 22, arena 11, óxido de hierro 1, total 100) dice que es propio para el *Pedro Jimenez* y no para el *Montúo perruno.* La arena de este terreno contiene roca córnea verdosa, pizarra arcillosa gris y bastante mica, todo en fragmentos muy pequeños. El terreno de 4.ª clase, en fin (carbonato de cal 62, alúmina 27, arena 7, óxido de hierro 4, total 100), conteniendo su arena cuarzo rojizo y roca córnea verdosa en pequeños fragmentos, sirve indistintamente para las dos variedades indicadas, pero es mejor indudablemente para la *Tintilla.*

La única deduccion que de estos llamados análisis podemos sacar, es que los terrenos en cuestion son depósitos ó barros mas ó menos

(*) Véase la pág. 9 de Clemente en la obra citada.

Terrenos en que se da la vid.

arcillosos y arenosos, procedentes de desechos ó de la descomposicion de rocas primitivas.

En Málaga en cambio se cosechan los mejores vinos sobre las pizarras en descomposicion, lo mismo que en Marbella, la Alpujarra, Lanjaron, etc. Otras veces es la pizarra arcillosa y tambien la talcosa, la que alimenta varios de los mejores vidueños de Andalucía. Sobre la pizarra mas ó menos descompuesta vegetan tambien las ricas cepas del *Tinto aragonés* (*Garnacha* en Aragon) que suministran los famosos vinos del Campo de Cariñena, asi como los que dan el celebrado vino del Priorato en Cataluña.

De otra parte, vemos que las viñas tan celebradas de *l'Ermitage*, en los alrededores de París (Montmorency), vegetan sobre un terreno granítico, las de Champaña sobre la creta, las que dan el famoso vino de Tokay sobre los desechos de los basaltos, etc. Por manera que en cuanto á la composicion de la tierra en que vegeta, puede decirse que la vid es verdaderamente cosmopolita, acomodándose muy bien en todas partes, mientras le sean favorables las influencias climatológicas.

Concretándonos, sin embargo, á la produccion de la vid en diversos terrenos que se hallan en el mismo clima, como sucede en San Lucar de Barrameda, observaremos con Clemente, que produciendo la planta en todos la misma cantidad de mosto, el vino que con este luego se obtiene, no es igualmente apreciado por los conocedores, pues si vale 44 en los terrenos calizos, solo se estima en 12 en las tierras arcillosas y en 40 en las arenosas; indicando de paso estos números la cantidad respectiva del alcohol contenido en los vinos de dicha procedencia. En Francia mismo se ha observado que los vinos procedentes de tierras cuarzosas son menos colorados y menos espirituosos que los que se cosechan en terrenos mas compuestos, encontrando la vid en estos con preferencia todos los diferentes elementos que son necesarios á su buena vegetacion, y que faltan en los primeros. Por manera que entonces, no obstante vegetar indistintamente en toda suerte de terrenos, diremos con nuestro Clemente, que los preferibles para la vid son en general los pizarrosos, como de otra parte está demostrado por la

esperiencia recojida en los puntos mas célebres de nuestro territorio por la escelencia de sus vinos. Terrenos en que se da la vid.

La situacion de estos terrenos será siempre mas bien alta que baja. Por lo mismo, nunca se destinarán al cultivo de la viña los que sean de regadío, y menos las laderas muy bajas y sombrías, por ser estos parages demasiado aguanosos, y resentirse la uva entonces del esceso del agua. En este caso se obtiene mucho mas mosto que cuando procede de las vides que se cultivan en secano; pero en cambio la mayor riqueza en azucar del último compensa con creces su menor cantidad cuando mas tarde se comparan los vinos que con los dos se fabrican. La misma variedad de vid plantada en un terreno seco, en otro fresco y en un tercero húmedo, dará frutos que contendrán mucho azucar y poco ácido en el primero, en el segundo aumentará el ácido libre, y en el tercero seguirá dominando el mismo ácido, conteniendo al propio tiempo mucha albúmina y mucílago y poco azucar. Es por esto que los entendidos cosecheros malagueños elijieron para sus viñas la Aljarquía, que es un agregado de lomas y cerros chatos (vulgarmente llamados los *Montes de Málaga*), que á veces solo se tocan por la base, formados esencialmente por la pizarra, que á veces se la ve á flor de tierra, mientras que en otras partes se la halla á mayor ó menor profundidad. Lo mismo se observa en los viñedos mas celebrados de Marbella, Motril, Lanjaron, las Alpujarras, el Bruc y el Priorato en Cataluña, etc.

De donde se deduce, que las propiedades físicas de la tierra tienen la mayor influencia en los productos que pueden recojerse de la vid. Un color oscuro ( y este es el de las pizarras) es causa de que se caliente mas una tierra por la irradiacion solar que otra de color mas claro, pues es sabido que dicho color, aproximándose al negro, hace que el poder absorbente para con el calórico sea mas pronunciado. Una humedad no escesiva, pero constante, es á su vez la que se necesita para que la vegetacion primero, y luego el sazonamiento del fruto, tengan una marcha segura y uniforme. Por esto convienen los terrenos que naturalmente retienen la humedad y la absorben facilmente de la atmósfera por su porosidad y por la higroscopicidad, cual sucede á todos los terrenos que son mas ó menos arcillosos. Si al propio tiem

Terrenos en que se da la vid.

po se hallan en una pendiente, y son bien permeables al agua, cuando sobrevienen las lluvias, al momento se escurre el esceso de dicha agua que no puede ser retenida por la higroscopicidad del terreno. Asi se concibe que se dé tan bien la vid en las laderas y montañas de una elevacion tal que tenga la temperatura necesaria para su desarrollo, mucho mas si á estas circunstancias reunen la de una esposicion meridional y un poco hácia levante. Casos hay tambien en que esta esposicion, en vez de ser al S. E. como acabamos de ver, es mas bien al S. O., como sucede en las márgenes del Rin y en todos los paises donde la temperatura media no es muy alta, y donde por lo mismo debe aprovecharse todo el calor que comunica el sol antes de ponerse.

Es indudable tambien que la misma variedad de vid da productos distintos segun sea la latitud en que se cultiva. Las variedades procedentes del Norte ganan desde luego trasladándolas al Mediodía, y viceversa. Por esto el *Pedro Jimenez* da mejores productos en las viñas de nuestro pais que en las del otro lado del Rin, de donde nos fue importado. Y por igual razon varían los productos en un mismo terreno, como ya queda indicado, si la estension ó el temporal no son lo que deben. Así en Andalucía mismo, las cepas que de ordinario dan buenos productos cuando el verano y el otoño han sido calientes y poco húmedos, los dan medianos si fueron muy húmedos y mas frios de lo que acostumbran.

120. De otra parte, hecha la eleccion del terreno cual se acaba de indicar, y conociendo lo mejor posible su clima, se trasladarán á él las variedades que dan buenos resultados en otros terrenos y en climas idénticos. Los planteles al efecto deberán tomarse de comarcas bien conocidas, haciendo que el viñedo esté formado por una sola variedad en lo posible, para asegurar de este modo la completa maturacion del fruto en una época dada. Si quisiéramos alternar ó poseer dos ó mas variedades para procurarnos vinos de distinta especie, procuraremos plantarlas en distintas almantas en la misma viña. De este modo, si el sazonamiento de su fruto no tiene lugar en la misma época para todas, solo tendremos que dar una vuelta por las almantas correspondientes cuando los frutos estén en sazon, evitando el dar dos y tres como

sucede en el dia en Málaga y en varios otros puntos, y que al dar la primera y la segunda los jornaleros corten, siquiera sea involuntariamente, algunos racimos de la variedad mas tardía. Solo podrán interpolarse las cepas ó variedades cuyo fruto sazonare al mismo tiempo, y se destinare á la fabricacion de un vino determinado. Terrenos en que se da la vid.

## EPÍLOGO.

---

121. De todo nuestro trabajo se desprende:

1.° Que la fabricacion del vino debe estar basada sobre el conocimiento del azucar y de la acidez que tienen los mostos en los años mejores para el sazonamiento de la uva y para la obtencion de un vino dado, reconocido de primera calidad. Epilogo.

2.° Cuando las influencias climatológicas no fueren las mejores, ó la estacion, mas fria y lluviosa que de ordinario, no permitiese obtener los mostos de primera calidad, los mejoraremos en azucar y disminuiremos su acidez hasta darles el caracter y la composicion de los que se recojen en paises y en años privilegiados para la maturacion de la uva.

3.° Debemos conocer asimismo el azucar contenido en los vinos dulces de primera calidad, para dejárselo siempre ó añadírselo si fuere menester por los medios indicados, á fin de que conserven su caracter. Lo mismo debe hacerse con los vinos secos, pues aun cuando se supone que en ellos no queda nada de azucar por fermentar, es lo cierto que siempre le contienen en alguna cantidad, siendo mucho mayor en los de Málaga que en los jerezanos. (V. el Apéndice.)

4.° Tambien nos importa conocer la cantidad de sustancias nitrogenadas disueltas, para precipitar el esceso de las mismas que pudiera provocar el ahilamiento ó la acetificacion de los vinos.

5.ª Debe determinarse igualmente la riqueza alcohólica del vino fabricado, toda vez que el alcohol es el que imprime en general el caracter distintivo á los vinos. Este alcohol le determinaremos por el cálculo con los ensayos sacarimétricos del mosto y del vino fabricado,

Epílogo. pues es claro que todo el azucar que ha desaparecido durante la fermentacion, ha dado lugar á dos equivalentes de dicho alcohol por cada uno de azucar. Puede determinarse tambien directamente por la destilacion de ⅓ del vino tomado en un peso dado, y buscando con el alcohómetro de Gay-Lussac la riqueza espirituosa del producto destilado. Hay quien aconseja que el producto de la destilacion debe llegar hasta la mitad del vino tomado para estar seguros de que en el resíduo que queda en el alambique, no hay la menor cantidad de espíritu. Gay-Lussac, sin embargo, se contenta con destilar el ⅓ como hemos dicho, y ateniéndose á su consejo, es como ha sido determinado el alcohol de la mayor parte de los vinos analizados.—Pohl, distinguidísimo profesor de química aplicada en el Instituto industrial de Viena (Austria), á su vez la determina desde 1850 consultando tan solo el punto de ebullicion. Al efecto buscó primero la temperatura en que hervian diferentes mezclas de agua y alcohol, y la halló ser constante por bastante tiempo (desde 4 á 16″ en el peso de unos 146 gramos de mezcla) una vez empezada la ebullicion. La presion barométrica durante las esperiencias se calculó ser de 760$^{mm.}$. A continuacion se indican en *A* el alcohol y en *B* el punto de ebullicion hallado para las diferentes mezclas.

| A... | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| B...... | 100·00 | 98·79 | 97·82 | 96·85 | 95·90 | 95·02 | 94·21 | 93·43 | 92·70 | 92·03 | 91·04 | 90·83 | 90·27 |

Estos resultados, por lo demás, no se alteran aun cuando á estas mezclas se les añada 15 por 100 de azucar, pues una formada de 10 alcohol, 15 azucar y 75 de agua tiene el mismo punto de ebullicion que otra de 10 alcohol y 90 agua. Este método sin duda alguna es mas ejecutivo que el de Gay-Lussac antes indicado. Sentimos no poder acompañar á este trabajo un cuadro en que esté indicada esta riqueza espirituosa de los principales vinos de nuestro pais. Algunas determinaciones hechas con este motivo nos han dado resultados tan distintos,

que hacen sospechar de la legitimidad de su origen. Dichos ensayos, para que tengan una verdadera importancia, deben hacerse con vinos auténticos, recibidos directamente de los mismos cosecheros, y esto nos ha sido imposible conseguirlo. Tomar los vinos en los despachos de los revendedores, es esponerse á encontrar unos resultados muy distintos de los que deberian obtenerse trabajando sobre géneros legítimos, por la disposicion harto general que tienen muchos de estos industriales de querer *perfeccionar* los productos legítimos que reciben de los cosecheros, convirtiendo sus cuevas ó almacenes en fábricas de vinos sin emplear en ellos una sola uva. Epílogo.

6.° Tambien nos importa conocer, en fin, la acidez de los vinos, puesto que tiene un influjo directo en su fabricacion y conservacion; lo propio que su densidad, el agua y el resíduo fijo que dejan, deducidos el azucar y el ácido, evaporado á $+100°$ hasta que ya no pierde nada de su peso. A continuacion, y como un ejemplo (no queremos decir modelo) de estos ensayos, ponemos en el Apéndice los resultados obtenidos con algunos vinos que nos hemos proporcionado en los depósitos ó almacenes mas acreditados de estos artículos, si bien envuelven siempre las dudas inherentes á su legitimidad problemática.

Quisiéramos poder comparar los resultados obtenidos con los que hubiesen sido recojidos por otros esperimentadores; pero son estos tan reducidos, y tan incompletos los pocos que se conocen, que casi podríamos decir están todavía por hacer. Esto prueba nuestro abandono, aunque sea doloroso el confesarlo, en el conocimiento de unos artículos en que no tenemos rivales, y justifica de paso lo acertada y previsora que estuvo la Academia tratando de llenar con el presente certamen un lunar que tanto afea la historia de nuestra economía rural.

¿Podrá este trabajo con tal motivo hallar gracia ante la justificacion bien probada de dicha Real Academia?

# APÉNDICE.

Apéndice. 122. Los vinos que se han analizado son: el *Jerez seco*, el *Málaga seco* tambien y el *Málaga dulce*, los tres de primera calidad, y tomados en uno de los almacenes mas acreditados. A continuacion están los resultados obtenidos: en *A* la riqueza en alcohol absoluto determinado por el método de Gay-Lussac y referida á 100 partes de vino, lo mismo que los otros cuerpos; en *B* el azucar de uvas; en *C* la acidez representada por el ácido tártrito cristalizado; en *D* el estractivo, considerando como tal lo que queda del producto de la evaporacion de un peso dado de vino hasta que ya no disminuye de peso á + 100°, deducidos antes el azucar y el ácido; en *E* el agua, determinada por adicion de la misma á los productos anteriores hasta formar 100; en *F*, en fin, se indica la densidad respectiva de los vinos examinados, suponiendo la del agua =1,000.

| | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Jerez seco...... | 15·648 | 0·925 | 0·389 | 2·512 | 80·728 | 0·99567 |
| Málaga seco.... | 15·690 | 9·600 | 0·980 | 6·290 | 67·000 | 1·05100 |
| Id. dulce....... | 15·980 | 10·309 | 1·679 | 8·012 | 63·920 | 1·0485 |

De estos números se desprenden varias consideraciones. 1.ª Que la riqueza en alcohol es en todos sensiblemente la misma, aun cuando no es regular se haya formado todo durante la fermentacion, pues ya sabemos que se le añade una cierta cantidad del mismo, en Málaga lo propio que en Jerez, para asegurar su conservacion.—2.ª Que el mismo *Jerez seco*, el verdadero tipo de los vinos de este nombre, todavía

contiene muy cerca de 1 por 100 de azucar como en otro lugar queda ya indicado. Es mucho mayor sin duda este azucar en el *seco* de Málaga, y algo mayor todavía en el *dulce* del mismo punto. Esto es debido al arrope que á unos y á otros se les añade. En rigor el vino seco debe tener la menor cantidad posible de dicho azucar; por esto es mejor el de Jerez que el malagueño.—3.ª La mayor acidez se halla en el dulce, por ser mas joven y habérsele añadido sin duda mas arrope.—4.ª El *estractivo*, complejo de todas las sales orgánicas é inorgánicas (esceptuando el ácido tártrico del bitartrato potásico, que se ha calculado como ácido libre), del principio astringente, materias colorantes, sales amoniacales, etc., le vemos sobre manera abundante en el *Málaga dulce*, sin que tampoco escasee en el seco de la misma procedencia. Hay que advertir que los dos eran colorados y sin duda alguna de poca edad, aunque los vendieron como artículos de primera clase. El estractivo tan abundante podria suponer que al dulce se le añadió algo de zumo de higos chumbos ó de cocimiento de los ordinarios, pues si solo se le hubiese puesto mosto ó arrope concentrado para darle el sabor dulce, el azucar encontrado sería en mucha mayor cantidad. Estas grandes cantidades de azucar y estractivo de los vinos malagueños, tal vez no serian tan notables en ellos si se hubiesen podido recibir de primera mano. Apéndice

Repetimos aquí, que faltando trabajos de esta naturaleza hechos en el pais mismo de donde se envian ó esportan los vinos, no puede saberse si los datos que se acaban de consignar, corresponden á vinos legítimos, ó á los *mejorados* por los almacenistas.

Se desprende tambien de estos ensayos, que la densidad nada nos dice de seguro para conocer la riqueza en azucar de un líquido, pues que el vino mas azucarado tiene en nuestro caso una densidad algo menor que otro que no lo es tanto; comprobándose de esta manera la inseguridad de las indicaciones areométricas, y la indispensable aplicacion de la sacarimetría tal como se ha esplicado y hemos practicado en estos ensayos.=(Becher.)

## Esplicacion de las figuras.

1.ª Cuba de fermentacion. En sus dos tercios inferiores se la representa en proyeccion vertical, al paso que el tercio superior presenta un corte del mismo para ver el doble fondo agujereado, debajo del cual se nota la casca que no puede pasar por los pequeños agujeros de que está sembrado, mientras que el líquido se ve en *a*. Asi se evita el *sombrero*, y su acetificacion mas ó menos avanzada cuando sufre la accesion del aire durante la fermentacion del mosto. En la parte inferior, y un poco encima del fondo, se nota en *b* el agujero por el cual, una vez concluida la fermentacion, tiene lugar la sangría. En *a*, *a*, se presenta el doble fondo con sus tres charnelas en el sentido de su diámetro, para plegarlo ó doblarlo cuando se quiere introducir en la cuba: abriéndolo luego, queda retenido constantemente debajo del nivel del líquido, por su mayor diámetro comparado con el de la cuba en la region de que hablamos. Esta además en el mismo plano tiene interiormente unos topes ó salientes para que dicho fondo se mantenga horizontal.

2.ª Proyeccion horizontal y corte vertical de los cilindros recubiertos de tela metálica para despachurrar la uva al estraer su mosto, asi como de la tolva por la cual se hacen caer las uvas entre los mismos. *a*, *a*, cilindros recubiertos con la tela metálica; *b*, *b*, tolva de la longitud de los mismos cilindros. Esta tolva podria ponerse á mayor altura dejando el espacio suficiente para un tercer cilindro armado de dientes ó ganchos en toda su superficie, de la misma longitud que los inferiores. Teniendo á su vez la tolva á lo largo de su abertura inferior las muescas correspondientes para dar paso á dichos dientes, es claro que estos cojerian las uvas grandes y las harian caer entre los cilindros indicados.

3.ª Zapatos: uno de ellos está presentado en su proyeccion vertical, mientras que el otro se ve con su suela recubierta en toda su superficie por la tela metálica. Este calzado es el que hemos aconsejado para los pisadores, en sustitucion del zapato muy claveteado que hoy dia se usa, en Jerez especialmente.

4.ª Botas ó toneles de fermentacion, con el embudo que hemos aconsejado para evitar las pérdidas del líquido que hoy dia se derrama por la superficie de las mismas, y es una fuente contínua de vinagre. Se presenta un corte vertical por su centro, á fin de que se vea la disposicion interior del embudo. En la abertura superior se acomoda primero el tapon de corcho que se ve indicado, y que en su centro tiene un agujero para recibir ó dar paso al pico *a* del embudo. Este pico ó cuello penetra á cierta altura sobre el fondo interior del embudo. De uno de los lados de la pared esterior *b* de este, por medio de una tubulura y del corcho correspondiente, arranca un tubo horizontal que vierte el líquido que rebosa en el depósito *c*. Este es comun á dos botas.

5.ª Bota llena de vino que empieza á acedarse en la parte superior, con el embudo de que debemos valernos para separar el vino que presenta dicho defecto. Este embudo *a* está ajustado á la llave por el tubo de goma elástica *b*. Se empieza colocando en su abertura superior el embudo que sirve para recojer el producto, que se arroja cuando fermenta el mosto de que acabamos de hablar. Luego se abre un momento la llave de la bota para que salga el aire contenido en dicha llave, junto con un poco de vino, lo bastante para llenar el tubo *b*; se añade vino bueno por el embudo *a* hasta llenarlo, en cuyo caso el aire contenido en el pico sube por este, ó por el pequeño tubo que arranca de su fondo paralelo con el embudo, y una vez lleno este, se abre la llave de la bota y sigue añadiendo vino bueno por dicho embudo, hasta que se haya vaciado y reemplazado todo el que hubiese empezado á picarse, y sale por el embudo superior.

6.ª Bureta de Gay-Lussac dividida en décimos de centímetro cúbico para los ensayos ácidi y sacarimétricos, y para los que sirven para reconocer la sustancia nitrogenada. Las fabricadas por Mr. Fastré, de París, son las mas recomendadas.

7.ª Nueva bureta ó pipeta de Mohr, preferible, sostenida por su soporte *G*,

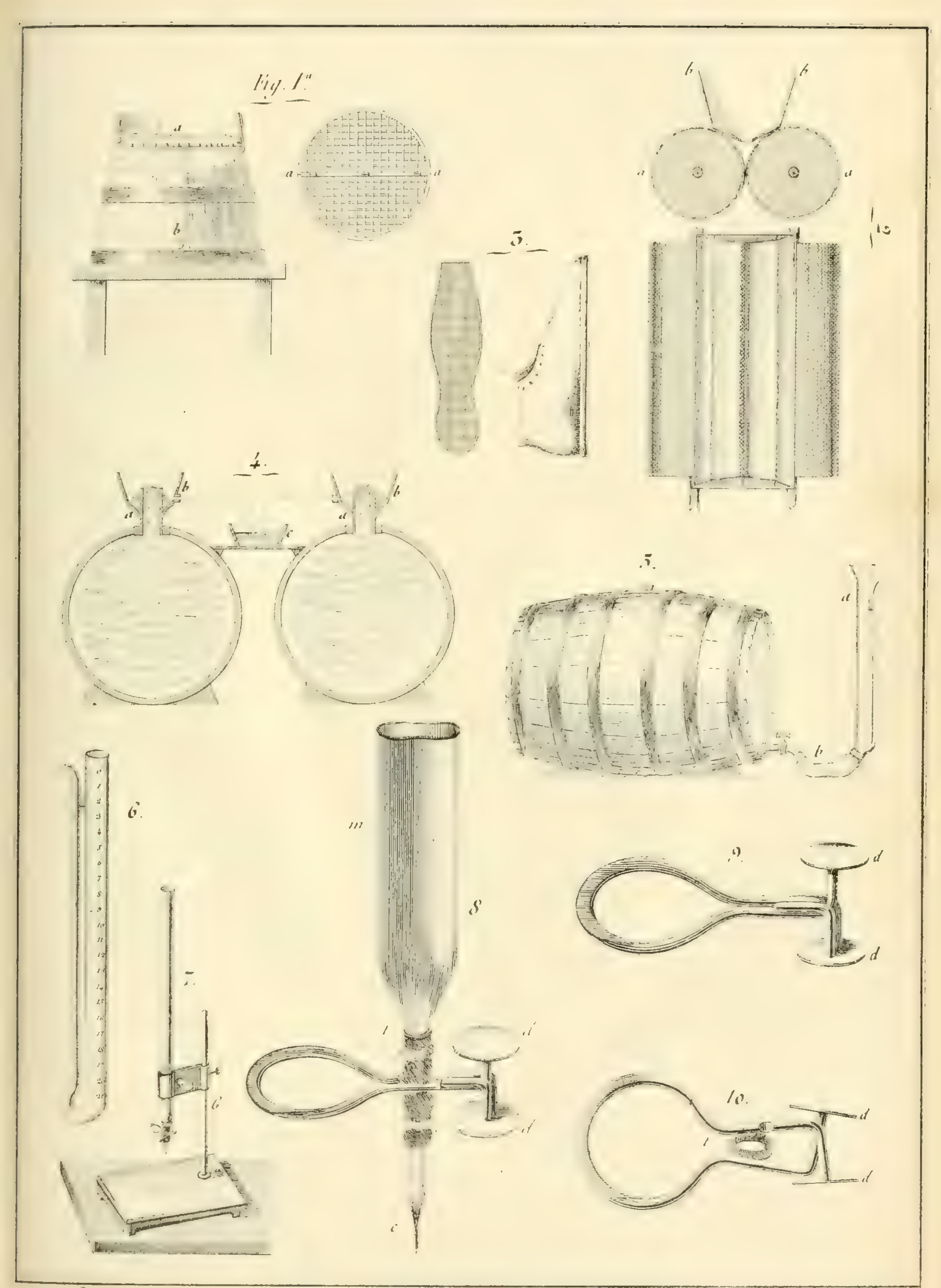
8.ª Trozo de la misma en mayor escala: *m* parte inferior; *t* tubo de goma elástica volcanizada, sujeto por uno de sus estremos á la

bureta estirada en tubo delgado, y por el otro á un tubito *c* estirado tambien en punta. El tubo de goma elástica á su vez está cerrado por la llave particular que la figura

9.ª presenta cerrada y la

10. abierta. Para abrirla, basta oprimir con los dedos índice y pulgar los estremos de la misma *d*, *d*, ensanchados al efecto: tan luego como cesa la presion, la llave se cierra de nuevo, impidiendo toda salida del líquido. Esta llave se hace con un simple alambre récio de laton ó de hierro, y se la puede construir uno mismo. Lo propio sucede con la pipeta en cuestion, mucho mas sencilla y exacta que la de Gay-Lussac. Sus ventajas, por lo demás, son óbvias. 1.ª Está siempre vertical y se toma por lo mismo su verdadero nivel con la mayor exactitud. 2.ª Sostenida por su soporte, está á cubierto de los efectos del calórico de la mano del operador, defecto que no puede evitarse en la de Gay-Lussac, y que es orígen constante de error por la dilatacion del vidrio y del líquido contenido. 3.ª Podemos, al concluir el esperimento, tomar el líquido en gotas pequeñísimas, lo que no sucede con la anterior, que siempre nos las da del mismo volumen, y entonces es claro que si la última gota del líquido normal se emplea de más, el error será mayor con la de Gay-Lussac que con la que nos ocupa. Al principio del esperimento, de otra parte, el líquido normal se puede emplear en hilo ó chorro constante con solo tener la llave abierta. 4.ª No hay que temer los efectos de la capilaridad que á veces es causa de que el líquido normal se corra á lo largo del tubo de salida, si no se trabaja con destreza, y se olvida el dar con un poco de aceite á la abertura de salida. 5.ª y última. Sobre todas estas ventajas hay, en fin, la de estar el operador mas desembarazado que cuando trabaja con las buretas comunes.=(Becher.)

FIN.


Fig. 1ª
a
b
a
a
b
b
a
a
3.
4.
a
b
a
b
c
5.
a
b
6.
m
8
7.
9.
d
d
10.
d
d
c
Lit. J. Donon Madrid

# INDICE.

*Introduccion. Antigüedad del vino*....................................pág. 293
*Origen de la palabra fermentacion*.............................................. 294
*Opiniones de los alquimistas sobre la fermentacion*........................ id.
*Id. de Raimundo Lulio*............................................................ 295
*Id. de Pedro Bonus (Bueno)*...................................................... id.
*Id. de Jorge Ripley*.................................................................. id.
*Id. de Basilio Valentin*.............................................................. id.
*Id. de Libavio*.......................................................................... id.
*Escuela yatro-química.—Van-Helmont*........................................ 296
*Cristobal Wren*........................................................................ 297
*Juan Mayow*............................................................................. id.
*Silvio de la Boe*....................................................................... 298
*Lemery*.................................................................................... id.
*Juan Joaquin Becher*................................................................ id.
*Jorge Ernesto Stahl*................................................................. 300
*Willis*...................................................................................... id.
*Juan Kunkel*............................................................................ 301
*Herman Boerhave*..................................................................... id.
*Wiegleb*................................................................................... id.
*Gren*........................................................................................ id.
*Westrumb*................................................................................ id.
*Mac-Bride*................................................................................ 302
*Cavendisch*.............................................................................. id.
*Lavoisier*................................................................................. id.
*Fabroni*.................................................................................... 304
*Berthollet*................................................................................. 305
*Brande*..................................................................................... id.
*Gay-Lussac*.............................................................................. id.
*Dœvereiner*.............................................................................. id.
*Fermentacion alcohólica teóricamente considerada*......................... id.
*Fermentaciones láctica y butírica*................................................. 307
*Fermentacion viscosa*................................................................. 308
*Determinacion del alcohol que se obtiene del azucar*...................... id.
*Determinacion del ácido carbónico que se obtiene del azucar*............ 309
*Fermento*.................................................................................. 310
*Fermento activo*......................................................................... 311

*Cuerpo fermentescible*............ 311
*Cómo obra el fermento*............ id.
*Levadura*............ 312
*Formacion del ácido enántico*............ 314
*Fermentacion acética*............ 319
*Fermentacion vinosa ó del mosto de la uva*............ id.
*Composicion del zumo de la uva*............ 320
*Sustancia albuminóidea de la uva*............ 321
*Materia grasa, colorante y astringente de la uva*............ 323
Bouquet *del vino*............ 325
*Formacion de los éteres en los vinos*............ 329
*Acidos grasos que figuran en el* bouquet............ 330
*Formacion del alcohol ó hidrato amílico*............ 333
*Hidratos de los óxidos amílico y propiónico*............ id.
*Hidrato de óxido butílico*............ 334
*Aroma artificial del vino*............ 335
*Fermentacion tumultuosa y lenta*............ 336
*Fabricacion del vino*............ 337
*Pisado de la uva*............ 339
*Despalillado de la uva*............ 340
*Mosto de fermentacion*............ 343
*Vasijas de fermentacion*............ 346
*Fermentacion en vasos abiertos*............ 348
*Trasiego del vino*............ 351
*Azufrado de los vasos en que se guarda el vino*............ 352
*Azufrado del vino*............ 353
*Vasos para conservar el vino*............ 355
*Fermentacion lenta del vino*............ 359
*Precaucion que se debe tomar durante la fermentacion lenta*............ 361
*Fermentacion latente ó insensible*............ id.
*Reformas capitales para la fabricacion de los vinos*............ 362
*Mejoramiento de los mostos*............ id.
*Prueba del azucar en los mostos*............ 365
*Determinacion del azucar de los mostos*............ 366
*Ventajas del conocimiento del azucar de los mostos*............ 368
*Determinacion del ácido de los mostos*............ 370
*Correccion de la acidez de los mostos*............ 373
*Id. id. con el tartrato potásico*............ 374
*Id. id. de la acidez del vino con el tartrato potásico*............ 375
*Id. id. con el carbonato de cal*............ 380

*Correccion de la acidez del vino con la cal*.............................. 380
*Id. id. con el sacarato de cal*............................................. id.
*Preferencia del tartrato potásico para corregir la acidez del mosto ó del vino*............................................................. 381
*Tabla para corregir esta acidez con el tartrato potásico*.................. 382
*Correccion indirecta de la acidez del mosto*.............................. 383
*Conservacion de los vinos, y medios de combatir las alteraciones que pueden esperimentar*............................................... 385
*Remonta del vino*............................................................. 386
*Clarificacion de los vinos*................................................... id.
*Id. id. con cola fuerte ó de pescado*...................................... 387
*Id. id. con claras de huevo*................................................ 388
*¿Cómo obran los agentes de clarificacion?*............................... 390
*¿Cómo obran las tierras arcillosas?*........................................ 391
*¿Cómo obra el yeso?*........................................................ 392
*Clarificacion de los vinos viejos*........................................... 393
*Ahilamiento ó grasa del vino*............................................... 394
*¿Cómo se remedia el ahilamiento?*......................................... id.
*Medio preferible y natural de remediar el ahilamiento*................... 395
*El alcohol impide el ahilamiento*........................................... 398
*Crianza de vinos*............................................................. 399
*Determinacion del fermento soluble que preside el ahilamiento*......... 400
*Determinacion de los cuerpos nitrogenados en el vino*..................... 401
*Flores ó moho del vino*...................................................... 402
*El vino se avinagra*........................................................... 406
*Remedio contra el vino que empieza á acedarse*........................... 410
*Amargor del vino. ¿Cómo se corrije?*...................................... 411
*Restablecimiento del color perdido en el vino*............................ 413
*Sabor á barril ó madera*..................................................... 415
*Los vinos se mejoran por la congelacion*.................................. 416
*Esportacion de los vinos*.................................................... 421
*El ácido tártrico asegura su conservacion durante la esportacion*....... id.
*El ácido tártrico mejora el* bouquet *del vino que se esporta*............ 423
*Imitacion del vino de Burdeos*.............................................. id.
*El vino se mejora con los viajes*........................................... id.
*Variedades de vinos mas comunes.—Cepas preferibles para su fabricacion*.......................................................................... 425
*La vid debe cultivarse sola*.................................................. 431
*Resumen sobre los vinos*..................................................... id.
*Mezclas de los mismos*....................................................... id.

*Vino de guinda*.................... 432
*Vino de Champaña.—Generalidades*.................... 435
*Botellas para este vino*.................... 442
*Afrómetro*.................... 443
*Tapones*.................... id.
*Bodegas*.................... 444
*Fabricacion del vino de Champaña*.................... 446
*Modo de llenar las botellas*.................... 453
*Modo de tapar las botellas*.................... 454
*Modo de sujetar el tapon á las mismas*.................... 455
*Fermentacion insensible en las botellas*.................... 458
*Separacion de las heces*.................... 461
*Imitacion del vino de Champaña*.................... 465
*Breve idea de los terrenos en que se da la vid*.................... 466
*Epílogo*.................... 471
*Apéndice*.................... 474
*Esplicacion de las figuras*.................... 476

# MEMORIA

SOBRE

## LOS MEDIOS DE MEJORAR Y CONSERVAR LOS VINOS EN ESPAÑA,

PREMIADA CON EL ACCESSIT

POR LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS DE MADRID

EN CONCURSO PÚBLICO

celebrado con arreglo al programa presentado por la misma para el año de 1857.

**POR DON JOSÉ ELVIRA,**

*vecino de Logroño.*

*Altera frumenti quoniam favet, altera Baccho.*
*Densa magis Cereri, rarissima quæque Lyæo.*
(Virg. Georg., lib. ii.)

Atraido de muchos años á esta parte hácia el estudio de las ciencias naturales, hace no pocos que la vinificacion, y el estado de atraso lamentable en que este ramo se encuentra en casi todos los puntos productores de España, llamaron con alguna preferencia la atencion que en medio de otras ocupaciones podia prestarlas. Condolíame sobre manera que mientras la Francia, la Alemania y otras naciones ménos favorecidas por la naturaleza para este producto, habian elevado sus vinos á un grado ya muy alto de mejora y perfeccionamiento, la nuestra en general, salvo raras y brillantes excepciones de pequeñas comarcas, en donde concurrieron medios y elementos extrangeros ú otras condiciones poco comunes, desaprovechara vergonzosamente, en cuanto á este valioso y abundante artículo, los opimos frutos que tan profusamente, y á expensas relativamente muy cortas, regala la espléndida naturaleza. Su abundancia, á la par que su mala calidad, impedian la exportacion y conservacion, convirtiendo en ruina del cosechero lo mismo que debia hacer su felicidad y formar el patrimonio de su familia. Atraso y daño tan funestos que, habitualmente y en circunstancias normales hacen casi la pobreza de tantos y tantos distritos altamente vinícolas como cuenta España, tienen su raiz ciertamente

en varias causas. Pero la principal, y que á mi ver toca indudablemente en un orden de consideracion más elevado, es que hasta hace pocos años apenas habia en el cuadro de instruccion pública un reducidísimo rincon para las ciencias naturales. Por esto, cuando al principio del actual reinado empezó á iniciarse la reforma política, y por una consecuencia necesaria la de la enseñanza oficial, creí yo ver en la difusion de los conocimientos de la naturaleza, que cándidamente me parecia más próxima de lo que estaba, la aurora del dia en que tan importante ramo de la riqueza nacional iba á despojarse de las antiguas rutinas de la pereza y de la ignorancia, y caminar rápidamente á su desarrollo y perfeccion. Desde entonces datan mis primeros estudios experimentales y prácticos sobre esta materia, que á la luz de los mejores autores antiguos y modernos (á cuya cabeza marcha el Baron Justo Liebig, antorcha de la química orgánica), he abrazado durante algunos años en toda su extension, cuanto mis ocupaciones lo han permitido; procurando siempre enlazar la teórica con la práctica, y haciendo ensayos y experimentos variados y repetidos con constancia y atencion, en diferentes escalas y modos, y con diversas variedades de fruto, que han correspondido, segun consta á varios cosecheros que han imitado mis procedimientos, al desinteresado fin que por mi parte me he propuesto.

Por lo mismo no he podido ver sino con sentimiento, mixto de alegría y de pena, que la Real Academia de Ciencias desde 1854 viene ofreciendo un premio, con un patriotismo que la honra, al autor de la mejor Memoria sobre el siguiente tema: «*Examinar el fenómeno de la »fermentacion alcohólica del zumo de la uva, y circunstancias en que debe »efectuarse para la mejor calidad y mayor conservacion de los líquidos »resultantes, con aplicacion particular á España.*» Y si al fin, venciendo mi natural timidez, traslimitando la esfera práctica en que habia pensado encerrarme, me atrevo á responder al llamamiento que la Academia hace y me presento al concurso, fácilmente se conocerá por lo ya dicho, que más que aspirar á la remuneracion de mi humilde trabajo, es mi intencion poner en orden las observaciones y experimentos que he hecho sobre el objeto del tema, y someterlo á la consideracion

de tan sábio y benemérito Cuerpo, para publicarlos si merecen su aprobacion, y esperar la satisfaccion inmensa que recibiria si de su aplicacion resultasen las utilidades y beneficios que en este ramo y en todos deseo á mi patria.

Si hubiera de entrar desde luego en el exámen del tema propuesto, principiaria desde el momento en que el mosto se ha colocado en las circunstancias favorables, para que los elementos del fermento, glucosa y demás principios contenidos en aquel pierdan su equilibrio, y se agrupen, formando compuestos más sencillos y estables. Pero además del exámen del fenómeno durante el cual se verifican estas metamórfosis orgánicas, fenómeno que tan detenidamente han meditado los sábios que han elevado la química orgánica á la altura en que se encuentra, hay que estudiar los medios de mejorar, bajo condiciones convenientes, el líquido fermentante, para que den por resultado vinos de mejor calidad y duracion.

Siendo este el objeto principal de la Academia, creo muy util y aun indispensable ocuparme de otras consideraciones precedentes, que, si bien no deben ser sino el prefacio de la fermentacion, contribuirán indudablenente á los buenos resultados de ella, que es la segunda parte, ó más bien el fin de la proposicion.

El conocimiento de las variedades de vid que producen vinos acreditados por su calidad y duracion, tiene mucha importancia en el resultado que se desea obtener. Tampoco es indiferente la exposicion de los viñedos para la bondad de los vinos, pues la orientacion de los terrenos influye poderosamente en la maduracion de los frutos. Si es innegable el influjo del sol, dificilmente podrá ponerse el menor género de duda en el de los terrenos más adecuados á su vegetacion y cúltivo. Lógico será que consagre un lugar en mi memoria al exámen de estos terrenos, y á los medios de modificarlos por los abonos.

Es tan importante la calidad de estos, é influyen tanto en la composicion química del mosto, que se puede afirmar ser el mejor medio de conseguir por resultado de la fermentacion el objeto que se propone la Academia. Convencido estoy que esta cuestion, y las que la preceden, son más á propósito para un tratado de Agricultura que para res-

ponder estrictamente al llamamiento de tan sábia corporacion; pero serian vanos los esfuerzos del químico más inteligente para dirijir la fermentacion vinosa de líquidos que no llevasen los principios y en las proporciones convenientes para obtener el resultado que se desea.

La época y método de la recoleccion de la uva, así como las demás operaciones sucesivas hasta la obtencion del mosto, son más bien rutinarias que fundadas en los principios de la ciencia y una ilustrada observacion. Propondré, pues, los métodos que creo preferentes, y entraré en seguida en el estudio del problema principal á cuya solucion tienden mis esfuerzos, demasiado débiles, en verdad, para poder corresponder dignamente á los que han de juzgar el mérito de mi trabajo.

La vid, *vitis vinifera*, *Linn.*, de la familia de las *urticeas*, é indígena de los climas templados, es el más bello ornato del reino vegetal. Parece que su pomposo follaje sirvió de dosel á la cuna del género humano; y nos la recuerdan, así los libros sagrados como los profanos de la más remota antigüedad. Su fruto, el más suculento y agradable, es á la par magnífico: el enorme tamaño de algunos racimos, y la variedad de sus matices, ofrecen sorprendentes paisages cuando las vides se cultivan arrimadas á los árboles frutales. Sus vástagos, festoneados de dorados racimos y enlazados entre sí, son sin duda la gala más preciosa que nos puede ofrecer la naturaleza.

Trasplantada en distintos suelos y exposiciones, y mejorando su cultivo, se produjeron variedades; y la hibricidad, resultado de la multiplicacion por semillas, las aumentó hasta un número que la ciencia ha hecho esfuerzos estériles para clasificarlas y describirlas. Así es que apenas conocemos la sinonimia de las variedades que se cultivan en la península, pues á pesar de los esfuerzos del laborioso D. Simon de Rojas Clemente, nos veríamos muy embarazados para apreciar las relaciones que hay entre el *graciano de Rioja*, el *piñuelo de Arenas de San Pedro*, la *uva castellana de Herrera*, el *pineau noir* y el *noirien de los Burdaleses*.

Hablando el mismo Herrera de las variedades de la vid, dice: «Ellas son en sí de muchas maneras y diferencias, y tanto que ninguno »las puede alcanzarlas á saber, porque cada tierra tiene su manera de

»uvas, que no hay en España las que en Italia, y por el contrario: y »por ende hay nombres diferentes, que por ellos no se conocen en »todas partes, ni saben cuáles son.»

Columela hace mencion de más de cincuenta vides distintas, dando preferencia á las amíneas, porque dan vinos más exquisitos y de duracion; pero aconseja: «Que nos paremos poco en el nombre de las es»pecies, sino que cada pais tiene reconocidas las que dan vinos más »generosos, y ninguno debe plantar vides que no estén aprobadas por »su reputacion.»

Los prácticos de cada pais dan preferencia á algunas variedades que producen vinos más alcohólicos y de mejor conservacion: estas circunstancias son muy apreciables, pero no deben desecharse aquellas vides que, como dice Herrera, «dan vinos de gentil color, sabor y son »olorosos.» En el pais en donde se escribe esta Memoria, los vinos que provienen de las variedades conocidas con los nombres de *garnacha* y *graciano*, reunen, además del color, sabor y perfume, la esencial condicion de poderse conservar.

La exposicion de los viñedos tiene un poderoso influjo en la calidad de los productos. Virgilio recomienda los collados abiertos; y aunque las reglas generales tienen muchas excepciones en agricultura, las laderas ligeramente inclinadas con exposicion al E. y S. E. son generalmente los terrenos que han dado los vinos más famosos. En los paises distantes de los trópicos, en donde se proyecta la sombra durante todo el año segun una misma direccion, la orientacion de un viñedo no es indiferente. En nuestra península, los terrenos inclinados que miran al Norte reciben durante la vegetacion anual ménos calor y luz, y pocas veces llega el fruto á una maduracion completa. Por esta razon, cuando se quieren hacer vinos delicados deben separarse las uvas que provienen de las distintas exposiciones. La uva del viñedo de Mont-Rachet, que da vinos de mucho renombre, la dividen en tres partes, segun la zona de la colina de donde proviene. El vino de la parte baja lleva el nombre de *Mont-Rachet bastardo*, y se le considera como inferior al de la parte más elevada, *Mont-Rachet caballero*. El de más crédito es el de la parte media, ó *Mont-Rachet verdadero*.

La composicion mineralógica del terreno puede influir en el sabor del vino, á pesar de que hay terrenos de naturaleza bien distinta, que dan vinos exquisitos, aunque el gusto y perfume sean diferentes. Los terrenos más estimados en Andalucía para viñedos son los que los naturales llaman *alberos:* en ellos predomina el carbonato de cal. Los ricos vinos de *la Seca* vienen en los silíceos. De los arcillo-calizos provienen los de Borgoña. Los de Champagne se obtienen en un terreno aún más calizo. Las vides que dan los ricos vinos de Ermitage están plantadas en detritus graníticos. Las arenas grasas y arcillosas dan los *Graves* y el *Medoc.*

Al hacer mencion de estos *grandes vinos*, que tan justo renombre y tan alto precio consiguen en el comercio, es muy conveniente dar una noticia de la composicion del suelo y bajo-suelo que los producen.

En el comun de *Saint-Estephe* se halla sobre un suelo de grava silícea rojiza el coto de *Chateau de Calon*, que ha gozado de mucha reputacion.

El vino *Monrose* proviene de un suelo de grava blanquecina, con inclinacion y exposicion al E. y S.

Los vinos de *Cos-Destournel* los da un suelo de grava silícea en la parte más elevada, y en la parte más baja la grava está mezclada con bastante arcilla. El vino de este terreno lo separan del que produce la parte superior, por su inferior calidad. Su exposicion es al S. E.

El *Cos-Labory*, contíguo al anterior viñedo, le es en todo análogo, especialmente en las laderas expuestas al Mediodía.

Hácia el poniente de estos cotos está el viñedo *Rochet*, colindante con el de *Lafite*, en una loma que mira al S. Su suelo es de grava gruesa en la parte superior, mezclada con tierra más fértil en la parte baja.

Así que se sale de estas posesiones, las últimas del comun de *Saint-Estephe*, se encuentran las marismas de *Lafite*, que dan el famoso *Chateau-Lafite*. Todo este gran viñedo goza de un suelo de grava y arena gris.

La posesion de *Mr. Rothschild* al S. de *Chateau-Lafite* da el *Branc-Mouton*, en un suelo de grava silícea roja y gris, con un bajo-suelo profundo de cascajo.

El *Chateau* de *Latour* es el competidor del *Chateau-Lafite*, situado en una pendiente al E. y S., sobre un suelo cascajoso y un bajo-suelo de la misma naturaleza mezclado con arcilla.

El incomparable *Chateau-Margaux* que adquirió el *Sr. Aguado* ocupa un suelo de grava menuda gris, y un bajo-suelo cascajoso.

Los vinos de *Mouton de Armailhacq*, *Pontet*, *Canet*, *Casteja de Milon*, *Ducasse*, *Mr. Liberal*, *Mr. Pedesclaux*, *Mr. Jurine*, *Bages*, etc., etc., gozan con poca diferencia de un terreno de igual naturaleza.

Los terrenos bajos de mucha miga, en donde la vegetacion se desarrolla con lozanía, son los más á propósito para producir grandes cantidades, pero no hay que buscar en ellos un perfume delicado.

El elemento predominante en las cenizas de la vid es la cal, cuya sustancia no es indiferente en la composicion de los terrenos que se deben destinar á este cultivo. Así lo acredita la experiencia: un suelo arable, en el que se hallen en proporcion conveniente la arcilla, la sílice y el carbonato de cal, gozará de la permeabilidad necesaria para que las raices cabelludas se puedan extender y poner en contacto con el aire atmosférico y la humedad. Se suele parar poco la consideracion en las condiciones del bajo-suelo, ó sea de las capas inferiores á la superficial que mueve el cultivo. Cuando está aquel formado de estratos de arcilla compacta que no dan paso á la humedad excedente, y carecen de inclinacion, se estancan las aguas y se pudren las raices. Al contrario, los mejores viñedos, y los que dan vinos más espirituosos, son los que gozan de un bajo-suelo silíceo calizo, medianamente permeable.

La profundidad de la tierra vegetal es siempre una buena circunstancia para todo cultivo. Si las raices no encuentran en esta capa todos los elementos necesarios para una buena vegetacion, debe el agricultor proporcionárselos por medio de los abonos. No es la rutina empírica la que debe hacer la eleccion de las sustancias que el labrador ha de sustituir á sus terrenos, esquilmados ya por la repeticion de cosechas de un mismo producto, sino que ha de tener en cuenta los principios de que se nutre la vid, y el que debe predominar en la vegetacion, para que los resultados correspondan á sus deseos.

Cuando en la primavera se desenvuelven los pámpanos de la vid, se observa ya en ellos la presencia del ácido tartárico. La química orgánica nos enseña que este ácido debe formarse fijando los elementos del agua en el carbono del ácido carbónico; y aunque la fuente principal de donde toma la vegetacion este ácido es el aire atmosférico, haciendo abstraccion de las cuestiones existentes acerca del influjo del humus sobre ella, está fuera de duda que la descomposicion de esta sustancia suministra abundante cantidad de ácido carbónico en los terrenos permeables, y que este ácido disuelto en el agua, es absorbido por las esponjillas de las raices cabelludas, y llevado por el movimiento circulatorio á las superficies herbáceas de la vid, en donde el influjo del calórico y la luz verifica la eliminacion de unos elementos y la fijacion de otros. De aquí la necesidad de que los terrenos contengan este principio para la formacion del ácido tartárico.

Durante el curso de la vegetacion anual, y bajo circunstancias caloríficas apropiadas, este ácido abandona parte de su oxígeno para convertirse en ácido málico, y este á su vez en glucosa ó azúcar de uva, uno de los principios inmediatos que tienen más importancia en la fermentacion vinosa. De lo dicho se infiere el importante papel que hace el ácido tartárico en la vegetacion de la vid; pero este ácido ¿se encuentra aislado en el organismo vegetal?

Las influencias climatéricas más favorables serian insuficientes para fijar el carbono del ácido carbónico y los elementos del agua, formando ácido tartárico, y convertir luego este en azúcar sin el concurso de los álcalis. La presencia de estos no es, pues, accidental é indiferente; al contrario, es indispensable para la formacion de ciertos productos. El ácido oxálico que contiene el *cicer arietinum* (garbanzo), el de la acederilla *(oxalis acetofella)*, el tartárico de los pámpanos y racimos inmaturos, y otros ácidos orgánicos, no se encuentran en estado de libertad, sino en combinacion con los álcalis y tierras alcalinas; de aquí la conveniencia de estas sustancias como abonos de la vid.

Para proveer á las plantas de los más apropiados, es necesario llamar en nuestra ayuda á la química y á la economía rural. La primera nos enseñará en dónde existen con más abundancia, y nos resolverá la

cuestion científica; la segunda los medios más económicos de adquirirlos: porque es evidente que nuestros terrenos llegan á una esterilidad ruinosa en fuerza de sustraer por cosechas repetidas las materias inorgánicas que, en union con las orgánicas, forman la fertilidad del terreno.

Los abonos de origen animal aumentan considerablemente las cosechas; pero los vinos son de inferior calidad, carecen de perfume, y abundan en principios azoados, que los predisponen á torcerse ó agriarse.

Cuando se propone por objeto obtener un producto determinado, se deben llevar al terreno los abonos que contribuyen á su formacion. Los alemanes rechazan para la fabricacion de la cerveza la cebada que ha sido abonada con el escremento humano (*gadone*), porque la cantidad de principios sanguificables se halla en ella en tanta abundancia con relacion á la fécula, que predispone el líquido á agriarse con facilidad. La que cultivan con destino á esta fabricacion procuran darla abonos ménos azoados y más alcalinos, que sirven para producir el almidon que se ha de convertir luego en alcohol. Razones exactas de analogía aconsejan que los abonos que llevemos á las vides deben abundar en humus, sales y tierras alcalinas, para que sirvan de intermediarias á la formacion de los ácidos, azúcar y alcohol.

Los que provienen de vegetales descompuestos, y con preferencia de aquellos que abundan en potasa (como son los pámpanos de la misma vid, el orujo de la uva, las tierras nuevas de los desmontes, las cenizas, y los vegetales frescos envueltos en el terreno) restituyen los álcalis que las reiteradas cosechas han sustraido del suelo.

Las labores ponen á la tierra en contacto con los agentes atmosféricos: el ácido carbónico contribuye poderosamente á la segregacion de los silicatos y á la separacion de los álcalis. Hay algunos tan fáciles de descomponer por la accion combinada del aire húmedo y ácido carbónico, que el turno de las labores anuales basta para proveer á la vegetacion de las materias inorgánicas que necesita; al paso que hay otros que no sería suficiente este período de tiempo, si no se ayudara á su descomposicion por medio de otros agentes.

Conocido es el uso de la cal en los paises en donde, como en Inglaterra y nuestras provincias Vascongadas, la rotacion de cosechas es tan contínua, que el suelo se apuraria de álcalis y sustancias solubles si un principio desagregante no acelerase la descomposicion de las arcillas, porque el corto tiempo que media entre la alternativa del cultivo, no es suficiente para perfeccionar á las plantas los alimentos necesarios á su desarrollo. La cal, pues, combinándose con la arcilla, la hace soluble, y pone en libertad los álcalis que contiene, acelera igualmente la descomposicion de los restos orgánicos, y produce ácido carbónico.

## Vendimia.

Mucho se ha declamado contra las leyes que impiden á los propietarios elejir libremente la época de la vendimia. La extremada division de la propiedad será siempre un obstáculo que coarte esta libertad, para que la recoleccion se haga cuando lo exija la sazon del fruto.

Esta falta de libertad sería más tolerable si la época de la vendimia la determinasen cultivadores instruidos y experimentados, que no suelen faltar en los paises de viñedos; pero en la mayor parte de los pueblos, y casi en todos los años, se establece una lucha entre los propietarios para señalar el dia en que debe dar principio esta faena. Los mismos inconvenientes existen en los departamentos vinícolas del vecino Imperio. En algunos pueblos de la Gironda, el dueño de un coto grande ó pequeño puede vendimiar cuando guste, al paso que en otros departamentos necesitan el permiso de la autoridad gubernativa.

Una vendimia general es siempre viciosa. Á ella se oponen las distintas variedades de vidueño, la composicion variada del suelo, la exposicion, y sobre todo lo que tiene un influjo más poderoso en la igualdad de la maduracion, son las condiciones atmosféricas en que se ha verificado la anthesis ó floracion de la vid. Cuando esta cierne temprano, y la lluvia ú otros accidentes atmosféricos no la han interrumpido, todos los racimos de una misma cepa siguen una marcha igual, y cumplen el período de la fructificacion al mismo tiempo; pero si han sobre-

venido lluvias, muchas flores abortan, y otras se detienen cuando la temperatura baja algunos grados, para volver á continuar así que favorecen las circunstancias. En este caso la maduracion será desigual, y de aquí la necesidad de dividir la vendimia en dos épocas. Desgraciadamente los hábitos adquiridos y el desprecio de los productos se oponen á esta doble operacion. Los ricos propietarios de cotos redondos, que no deben servidumbres rurales á sus convecinos, son los llamados á perfeccionar las prácticas agrícolas, para conseguir vinos más estimados entre propios y extraños consumidores.

Es indudable que en las zonas vinícolas del Norte, que tienen más analogía con las del departamento de la Gironda, se necesita retardar la vendimia, para que la uva adquiera más glucosa que la que generalmente tiene en los años normales.

Está reconocido por todos los prácticos, y hasta por los ménos observadores de los puntos citados, que los vinos ganan mucho cuando la vendimia se retarda algunos dias, y especialmente si sobrevienen lluvias á principios de octubre, y tienen calma para esperar un tiempo seco y caliente.

Estos consejos tienen sus excepciones, porque hay vidados precoces, como el conocido con el nombre de *Tempranillo*, que así que la vegetacion acaba de trasformar sus ácidos orgánicos en azúcar de uva, y sobreviene un tiempo húmedo, se reblandece el fruto, se agrieta la epidermis, y entra en la descomposicion pútrida. La vendimia de este vidueño no tiene espera, y debe hacerse siempre cuando los prácticos dicen que *está de subida*, ó lo que es lo mismo, en la época crítica que ha sazonado lo bastante, y conserva todavía ácidos orgánicos. Pero hay otras variedades que dan vinos de más vida y perfume, como la Garnacha, el Graciano, la Malvasía, la Colgadera fina, la Rivadavia, etc., que ganan mucho cuando se retrasa su recoleccion.

Segun los cálculos de Mr. Lourenain, en la Gironda, ha obtenido de las mismas uvas, con sólo diez dias de retraso, un aumento de glucosa de trece milésimas partes, y como consecuencia necesaria la disminucion de una centésima de ácidos orgánicos.

Teniendo presente estos datos, el buen sentido aconseja re-

tardar la vendimia en los años tardíos, para obtener vinos de mejor calidad.

Hay muchos cosecheros que seguirian este prudente consejo, pero es difícil resistir al ruido y movimiento de los vendimiadores vecinos.

Hacer la recoleccion de este fruto segun lo exijen los buenos principios, trae consigo gastos que el pobre pegujalero no puede soportar. Elejir la uva dejando en la cepa la que no está sazonada, desechar la reseca, y sobre todo la que ha sufrido un principio de putrefaccion, es lo más conveniente y recomendable; pero hacerlo ejecutar con exactitud por una cuadrilla de jornaleros poco habituados á estas escrupulosas maniobras es casi imposible, si el dueño no se toma el trabajo de presenciarlo todo.

Como las distintas variedades de un vidueño, y aun los racimos de una misma cepa, no maduran todos á la vez, debe el cosechero poner el mayor cuidado en separar los inmaturos, y sobre todo los en que se haya iniciado la descomposicion pútrida, porque nada hay más perjudicial al resultado de la fermentacion que la mezcla de las uvas podridas. Por pequeña que sea la cantidad de estas, dan vinos insípidos, blandos, sin aroma, y de difícil conservacion. No parece sino que en el movimiento intestino de la masa fermentante se excitan descomposiciones de la misma naturaleza que la del cuerpo en putrefaccion; sólo así se puede calcular el fatal efecto que produce una pequeña parte de racimos podridos comparativamente con toda la masa. Los pecíolos y las hojas de la vid aceleran de un modo inconveniente la fermentacion, y aumentan la acidez y aspereza del vino.

Resta todavía una cuestion que viene desde muy antiguo dividiendo la opinion de los oenólogos, pero que se puede combatir ó defender segun el clima, el estado de maturacion á que llega cada año el fruto y el destino que se propone dar el propietario á este producto: ¿es conveniente ó perjudicial que se separe el raspon de los granos, y se verifique la fermentacion sin su concurso?

La conveniencia ó inconveniencia del raspon en la fermentacion, ha sido y es en el dia muy controvertida. La Francia produce vinos célebres, tales como los de la *Côte-d'or*, y la mayor parte de los de

*Borgoña*, que se elaboran sin separar el escobajo. *Mr. Bougier de la Bergerie* y *Mr. Morelot*, autoridades competentes en la materia, afirman que son preferibles los vinos que proceden de mostos fermentados con el raspon. El Conde de Odart, rico propietario y oenólogo muy entendido, que se ha ocupado mucho de la vinificacion, adoptó definitivamente este método, y califica de pernicioso el contrario.

Los partidarios de la separacion del raspon sostienen que el vino es más suave y delicado, y que cuando está mucho tiempo en contacto con el escobajo resulta áspero y acerbo. De los 75 departamentos franceses en donde se cultiva la vid, 34 siguen este último método, y 41 el contrario. Lo que no admite duda es que los vinos fermentados con el raspon son en el primer año ásperos y gruesos, pero que con el tiempo pierden esta mala cualidad y sufren ménos alteraciones; circunstancia muy apreciable para los vinos flojos. Lo contrario sucede en los que han fermentado sin él. Desde el primer año son más suaves y delicados, aunque tienen el inconveniente de exijir más cuidados para su conservacion.

Lo primero que tenemos que conocer son sus principios inmediatos, y la parte que estos toman en el acto de la fermentacion. Los ácidos, el tanino y materias orgánicas azoadas que contiene el raspon, son los que este cede al líquido resultante cuando la fermentacion tumultuosa se ha verificado en su contacto.

En los climas calientes, en donde la vegetacion ha convertido en azúcar todos los ácidos orgánicos, y suele quedar parte de aquel sin descomponer, la intervencion del raspon puede ser conveniente para completar la descomposicion de la glucosa. En los climas frios, en donde la uva no madura bien, y predominan en ella los ácidos y el tanino, la materia orgánica que contiene su jugo es más que suficiente para completar la fermentacion. Colocando la cuestion entre estos dos extremos, y suponiendo al cosechero en los climas medios de la península, debe tener presente, en un año normal, que la materia astringente del raspon no sólo es un medio de conservacion para los vinos flojos, sino que es indispensable para conseguir una clarificacion completa. Los vinos blancos de uvas muy maduras, carecen generalmente

de tanino, y es muy difícil conseguirlos tan limpios y claros como los que provienen de uvas que no han completado su maduracion. El principio acerbo astringente del raspon da á los vinos finos cierta aspereza que los hace desmerecer, al paso que es muy conveniente para los vinos flojos y ordinarios. Cuando los vinos se destinan á la destilacion, la presencia del raspon no perjudica al producto; al contrario, la descomposicion del azucar es más completa, y mayor la cantidad de alcohol.

Sentados estos principios, es facil elejir el medio mas conveniente segun el objeto que se proponga el propietario.

Yo prescindo de los medios mecánicos que se pueden emplear para la expresion del mosto, con tal que sea completa, para que los tejidos del grano tomen parte en la fermentacion, y cedan los principios inmediatos aromáticos que contienen. Si me propusiera hacer conocer las máquinas inventadas para separar los granos del raspon, llenaria el texto de la memoria de descripciones pesadas y agenas de aquel lugar, y así sólo me limitaré á recomendar el desgranador que dé por resultado separar las uvas más maduras, dejando en el escobajo las verdes para destinarlas á otro vino de inferior calidad, y que sin triturar las semillas esprima el fruto completamente. El más cómodo, y al alcance de todas las fortunas por su sencillez (condicion indispensable en los aperos rurales), es parecido al que usa Mr. Delbos en su posesion de Lannessan, comun de Cusac, en la Gironda, y el autor de esta memoria en su país. El vaso que ha de recibir la vendimia, y en donde se ha de verificar la primera fermentacion, es un cono truncado de madera (vulgarmente llamado cubo), cuyo diámetro mayor está en la base. Sobre él se coloca un cajon cuadrado inscripto en el diámetro menor ó boca. Las tablas del fondo son movibles, dejando entre sus uniones un intervalo para que pase el mosto. Encima de este cajon se coloca una criba de mimbre, cuyas mallas dejan un hueco entre sí de media pulgada. Dos hombres reciben la vendimia y la desgranan con unos tridentes de madera, y mucho mejor con las manos, porque de este modo pueden retirar lo crudo ó averiado. Separado así el raspon, se levanta la zaranda por medio de una polea, y los hombres se meten dentro

del cajon á pisar el fruto. En algunos cotos del Medoc se calzan con unos zapatos de madera; pero este refinamiento de limpieza tiene el inconveniente de triturar las semillas, y dar al mosto un gusto áspero y amargo. En el dia se pueden sustituir con ventaja los zapatos de gutapercha, que no dan aquel resultado.

Así como están divididas las opiniones acerca de la conveniencia del raspon en la fermentacion, tambien están divididas en cuanto á la espresion completa ó incompleta de la uva. Unos sostienen que fermentando el grano tal como sale de la separacion del raspon, la presion de la masa es suficiente para que suelte el jugo más rico en principio azucarado, y que los vinos que de ella resultan son más suaves y delicados.

Los que sostienen la opinion contraria aseguran que la espresion completa mezcla y pone mejor en contacto todos los principios inmediatos de la uva; y que las reacciones que se verifican en la fermentacion, dan á este producto un olor más aromático y vinoso.

Finalmente, por el primer procedimiento se disminuye la cantidad de vino de primera calidad, pero el de esta primera suerte es más suave y fino, muy ligero y de poco color, circunstancias que le hacen muy apreciable para la fabricacion de claretes. Por el contrario, una fuerte presion desagrega el tejido celular y pone de manifiesto la materia colorante: los vinos en este caso salen más cubiertos y gruesos. En los años que maduran mal las uvas, y hay que renunciar á obtener vinos de primera calidad, las miras del propietario deben dirijirse á conseguirlos de buena conservacion, aunque sean ásperos, y solo á propósito para el consumo ordinario.

## Fermentacion alcohólica.

Antes que examinemos el acto de la fermentacion alcohólica, debemos conocer los principios componentes del líquido fermentante. Segun *Payen*, el zumo de la uva se compone de agua, celulosa, glucosa, ácido péctico, tanino, albúmina, gluten, muchas materias azoadas solubles

en el agua y el alcohol, aceites esenciales, materias colorantes amarilla, azul y roja, materias grasas, pectatos y pectinatos de cal, de sosa y de potasa, tartratos y paratartratos de potasa, de cal, de alúmina y de potasa, sulfato de potasa, cloruros de potasio y de sodio, fosfato de cal, óxido de hierro y sílice.

Separado un líquido tan complexo del influjo de las leyes vitales, y puesto en comunicacion con los agentes atmosféricos á una temperatura competente, los principios inmediatos más alterables, que son siempre los de composicion más complicada, rompen su equilibrio, y se establece una série de reacciones que dan por resultado la descomposicion de los mismos, y simultáneamente la del azúcar ó glucosa, á quien sustituyen el alcohol y el ácido carbónico.

La glucosa, pues, como se tiene dicho, es la sustancia más importante, porque da los elementos del cuerpo que queremos obtener con más abundancia como producto final de la fermentacion. Por sí sola, y disuelta en el agua destilada, permanecerá largo tiempo sin alterarse. Expuesta al aire se evaporará la humedad, sin haber sufrido ningun cambio; pero si introducimos en esta disolucion una cantidad, por pequeña que sea, de la albúmina ó de gluten vegetal, no tardará en iniciarse un movimiento intestino, y seguir todas las fases ordinarias del fenómeno conocido con el nombre de *fermentacion alcohólica*. Pero estos principios azoados, tal como se encuentran en el cuerpo orgánico antes de separarlos de las leyes fisiológicas, ¿pueden convertir desde luego la glucosa en alcohol y ácido carbónico? Está ya demostrada la necesidad de su prévia alteracion; pero basta que un átomo de oxígeno se una á la albúmina ó al gluten, para que estas sustancias se conviertan en fermento. Por esto se observa que la trasformacion necesita algun tiempo para manifestarse, y es precisamente el que emplean las materias azoadas en dar principio á su oxidacion. Desde el momento en que estas entran en descomposicion, se convierten en verdaderos fermentos y hacen aptos para determinar el movimiento intestino que acompaña á la metamórfosis de los principios azucarados.

Quede, pues, sentado que en el mosto, y por la misma razon en

todos los zumos de los frutos azucarados, no existe el *fermento;* pues para convertirse en tal es necesario el concurso del oxígeno. La procedencia de este es todavía problemática; y puesto que iniciada la fermentacion puede continuar en vasos incomunicados con la atmósfera, siguiendo la oxigenacion del fermento, debe aquel provenir de los elementos del agua ó del azúcar, y de ninguna manera del aire atmosférico. Los elementos aislados por su separacion del oxígeno tomarán sin duda parte en la fermentacion, constituyendo cuerpos más hidro-carbonados que no preexistian en el mosto.

El gluten que se halla en disolucion en todo el líquido, al paso que se oxida y convierte en fermento, excita un movimiento de descomposicion del azúcar de la uva, desagrega sus elementos, los agrupa de diferente modo, constituyendo alcohol y ácido carbónico. Una parte del fermento, impulsada por aquel en su movimiento ascendente, se extiende en la superficie, se sobreoxida en ella, pasa á ser insoluble, y se precipita.

Muy conveniente seria averiguar la razon en que debe estar el fermento con la glucosa, para poderla descomponer completamente sin que resulte exceso de aquel. Cuando se quiere estudiar el fenómeno de la fermentacion que nos ocupa en su mayor simplicidad, y se disuelve cierta cantidad de azúcar en agua destilada, es suficiente menos de una centésima parte del fermento para completar la trasformacion de aquel, y se encuentra por resíduo casi la misma cantidad de este. Por lo tanto, si despues de la metamórfosis del azúcar restan aún en el líquido fermentado principios azoados, quedará predispuesto á alterarse de nuevo y á continuar, no sólo la oxidacion del gluten y la albúmina, sino tambien la del mismo alcohol hasta convertirlo en ácido acético.

La cantidad de los principios que forman el fermento puede estar, segun los años, en defecto ó en exceso con relacion al azúcar de uvas, que es muy variable segun las vides de donde provienen, los climas y los otoños más ó ménos favorables á su formacion. Cuando la glucosa predomina, todo el gluten que se hallaba en disolucion y oxidado durante la fermentacion, se precipita en estado insoluble. En este caso,

la traslacion del líquido es uno de los medios de conservacion, porque se le separa de productos cuya presencia puede determinar ulteriores y perjudiciales descomposiciones. Esta operacion debe hacerse en los meses en que la temperatura no llega á $+8^{\circ}$ del termómetro de Reaumur, y cuando ha cesado el movimiento intestino, y el vino sufre ménos pérdidas por su contacto con la atmósfera.

En los climas en donde la temperatura media del período de la vegetacion de la vid no pasa de $+18^{\circ}$, las influencias climatéricas no pueden transformar los ácidos en azúcar; las sustancias azoadas resultan excedentes, y quedan en disolucion las que no han determinado la metamórfosis del azúcar, y predispuestas á alterar el producto alcohólico así que la temperatura y demás circunstancias sean favorables.

Conociendo que la causa principal de la alteracion de los vinos reside en la descomposicion de las materias azoadas, como acabamos de exponer, todos los esfuerzos de la ciencia deben dirijirse á separar los cuerpos cuyo equilibrio atómico se rompe con facilidad, produciendo con su propia destruccion la de los demás principios que les acompañan en la masa.

Así que llegó á mi noticia el método que emplean en Baviera para la fabricacion de la cerveza, por el que consiguen conservarla mucho tiempo sin acedarse, tuve el pensamiento de aplicar aquella teoría á la fermentacion vinosa. El procedimiento consiste en exponer el mosto en vasos de madera de mucha superficie, y á una temperatura inferior á $+6^{\circ}$ ó $+8^{\circ}$ de Reaumur. De este modo la fermentacion no llega á ser tumultuosa: durante ella, el ácido carbónico se presenta en la superficie en burbujas muy pequeñas, á la manera que se desprende de una agua mineral. Siguiendo un curso tan lento, la fermentacion se prolonga por un mes, en cuyo tiempo, y renovándose contínuamente las superficies, todo el gluten se hace insoluble y se separa con facilidad.

Privado el líquido de un cuerpo tan alterable, no se romperá el equilibrio de composicion del producto fermentado. Este procedimiento se conoce con el nombre de *untergaehrung*, ó sea fermentacion en que se precipita la levadura.

En el año de 1853 me propuse aplicar estos principios en la elaboracion del vino, y el primer obstáculo que encontré fué el no poder disponer de la baja temperatura que necesitaba, porque la época de la vendimia y las cuevas más profundas no me ofrecian grados de calor inferiores á + 10°. A pesar de este inconveniente me decidí á hacer un ensayo, para lo que dispuse los vasos y mosto fermentante, segun en Baviera se practica con el de la cerveza. A las 48 horas se notaba alteracion en el líquido, la que se fué graduando hasta los tres dias, en que la fermentacion se hizo muy sensible, y el desprendimiento del ácido carbónico más tumultuoso. El termómetro señalaba en la masa líquida + 14°, cuando el de la atmósfera exterior era + 10°,5. Los fenómenos se aumentaron el cuarto dia; y sin variar la temperatura del ambiente, la del líquido subió á + 15°,5. En los dias quinto y sexto continuaron las cosas en el mismo estado, hasta que en el séptimo disminuyó considerablemente el desprendimiento del gas, y cesó casi del todo el doce. Entonces el líquido estaba frio, medianamente claro, y con olor y sabor vinosos muy marcados.

Desde el tercer dia en que se presentaron movimientos tumultuosos en la superficie de la masa, llegué á desconfiar del buen éxito de mi ensayo, pues la glucosa se habia descompuesto en ménos tiempo que el que necesita el fermento para hacerse insoluble con el contacto del aire atmosférico. A pesar de esta desconfianza, dejé expuesto el líquido al influjo de la atmósfera por espacio de un mes, al cabo del cual separé el vino de las heces por medio de un sifon, y lo conservé en un tonel. El resultado final fué desgraciado: el vino sufrió todas las alteraciones que la temperatura algo elevada produce en los de mala calidad, no consiguiendo ventajas sobre estos.

Persuadido estaba que el mal éxito de mi ensayo provenia de la temperatura en que se habia verificado la fermentacion. Mas ¿cómo vencer este inconveniente? Decidido á llevar adelante mi propósito, determiné al año siguiente conservar las uvas hasta noviembre, en que experimenta este pais los frios del invierno.

El 15 de dicho mes estraje el zumo de unas uvas conservadas en las parras de mi huerta, á las que agregué una tercera parte de gar-

nachas de las que tenia colgadas. Coloqué la tina de fermentacion en el piso bajo con exposicion al Norte, y cuando el termómetro de Reaumur no pasaba de +6° á +7°. El líquido permaneció en reposo hasta el 20, que se inició un pequeño desprendimiento de gas en las inmediaciones de las paredes del vaso. Permaneciendo la temperatura del ambiente estacionaria, la de la masa fermentante señalaba por la mañana + 6°,5 y + 7° por la tarde. El dia 22 el movimiento del líquido fué más igual y perceptible, desprendiéndose lentamente el gas hasta las 12 del dia, y en más cantidad de esta hora en adelante, para volver á disminuir al siguiente. Con esta suavidad y alternativa continuó la fermentacion hasta fin de diciembre, en que la temperatura máxima y mínima era durante las 24 horas +4° y —2°.

Entonces el líquido era opaco, de olor vinoso y sabor un poco azucarado.

Lo conservé, como el año anterior, en comunicacion con la atmósfera. En marzo de 1855 lo trasladé á otro tonel, separándole de las heces que habia depositado, lo tapé herméticamente facilitando la salida de los gases por medio de un tubo encorvado y sumerjido por la extremidad exterior en un vaso con agua, y ninguna alteracion se volvió á notar en los meses en que toman movimiento los vinos. Así ha permanecido hasta fin de 1856, en que resolví embotellarlo, y en el dia se conserva de un hermoso color de granate, claro, con buena boca, aromático y de bastante fuerza, como las muestras que acompaño.

Hace mucho tiempo que llamó la atencion de los oenólogos la época mas conveniente de separar los vinos de la casca para llevarlos á los vasos de conservacion. La Academia de Montpellier llamó á concurso en 1770 para resolver esta cuestion. Entre las muchas memorias que se presentaron, llamaron la atencion de aquel celoso cuerpo las de Dom, Gentil y Bertholon. Este sostuvo que la traslacion debia verificarse cuando la fermentacion tumultuosa principiaba á ceder, y descendia el nivel de la masa fermentante. Acompañó á su memoria un instrumento ingenioso que indicaba este período de declinacion. Habiendo la Academia concedido el premio á Bertholon, tuvo muchos partidarios. Los que no se conformaron con tan respetable fallo, sos-

tenian que quedaba en el sombrero de la vendimia mucha cantidad de azúcar sin trasformarse en alcohol, y que esta pérdida refluia en perjuicio de la espirituosidad del vino; por consiguiente, que la separacion no debia verificarse hasta que cesase del todo la fermentacion, y el vino apareciese trasparente y frio.

A no dudarlo, esta práctica será provechosa en paises y años poco favorables, y cuando los vinos se destinen á la fabricacion de aguardientes: pero los de estimacion no la tienen mayor por su riqueza alcohólica; hay que buscar en ellos suavidad, perfume y ligereza, que son las cualidades que más los recomiendan.

Las cuestiones del influjo del raspon, de la espresion completa y permanencia del vino en contacto con la casca, están enlazadas entre sí, y se resuelven por los mismos principios, y segun el objeto que se propone el cosechero, como se indica en esta memoria.

Aunque en este caso se resuelve la cuestion científica, no sucede lo mismo con la económica. Este procedimiento es inaplicable á la elaboracion en grandes cantidades, porque no pudiendo disponer de la temperatura mencionada de + 6° á + 7° Reaumur, era necesario, ó no hacer la vendimia hasta noviembre, en lo que hay exposicion grande de que se pierda todo, ó de otro modo guardar las uvas tendidas para esprimirlas en la época indicada, lo cual es casi impracticable con grandes cantidades, como las que produce nuestro suelo.

Con estos ensayos no se pierde todo, pues si bien por ellos no conseguimos el objeto que nos proponemos, modificamos provechosamente los antiguos medios, mejorándolos considerablemente.

Queda sentado, que cuando la cantidad de glucosa se halla en exceso con relacion á las materias putrescibles, la fermentacion dura más, y el tiempo suficiente para que estas se aislen, precipitándose despues de su oxidacion. Con la adicion de aquella sustancia en proporciones determinadas, conseguiremos el fin que nos proponíamos en los ensayos anteriores, con la importante ventaja de no solo eliminar completamente los principios alterantes, tan perjudiciales al producto de la fermentacion, sino de aumentar su riqueza alcohólica y hacerlo más viable.

De todos los ensayos que desde 1830 viene haciendo el autor de esta Memoria sobre la mejora de los vinos, ninguno le ha dado resultados tan satisfactorios como el que, fundado en el principio que acaba de exponer, resulta de la adicion del arrope que se obtiene por la concentracion del mosto. La época de la adicion y la cantidad precisamente necesaria para que se descomponga todo el azúcar añadido, ofrece algunas dificultades, porque no todos los años adquiere la uva el estado perfecto de maduracion, ni la misma porcion de principio azucarado ó imputrescible. Debe, por consiguiente, variar tambien la proporcion del arrope que ha de mezclarse con el mosto, segun la prudente observacion y fundado cálculo del cosechero.

El encabezo de los vinos es otro de los medios que se emplean para la conservacion de los mismos, si bien con el gravísimo inconveniente de comunicar á los de pasto un sabor alcohólico que rechazan los consumidores.

Las mejoras en agricultura deben llevar consigo tal sencillez en la manipulacion y tal economía en los gastos, que se hallen al alcance é inteligencia de todas las clases.

Los alcoholes de 35 grados arriba que emplean para encabezar los vinos, se hallan casi siempre en el comercio á muy alto precio, á distancia de las poblaciones vitícolas, y no preparados con la limpieza y cuidado indispensables para obtenerlos exentos de los productos pirogenados que generalmente los acompañan.

Por el contrario, no hay cosechero que en la temporada de la vendimia no destine una parte del mosto á la elaboracion del arrope, con que suple los almíbares en el uso doméstico. La facilidad y economía con que se los proporciona, recomienda este método de mejora con preferencia á la adicion del alcohol, pues tiene además la notable ventaja, de que tomando parte sus elementos en la fermentacion, reaccionan sobre los tejidos orgánicos de la uva, y contribuyen á la formacion de las materias odorantes del producto.

La cantidad de arrope que debe añadirse no está sujeta á reglas invariables, porque, como ya queda expresado, depende del estado de sazon á que llega el fruto en cada cosecha. Los musti-metros son ins-

trumentos muy poco seguros, que sólo indican la densidad del líquido, y siendo tan variables las proporciones de los principios que le componen, como son las condiciones climatéricas de la vegetacion anual, lo mismo nos indicará la cantidad de los ácidos como la del azúcar en que se debieron convertir. Dia llegará en que la química nos proporcione un aparato ó medio con el que sepamos con exactitud, sencillez y brevedad la glucosa contenida en una cantidad dada de mosto, y entonces aplicaremos con más precision esta doctrina, sin perder de vista las proporciones del fermento. El mustímetro de Payen dá indicaciones más aproximadas, y se usa generalmente en el Medoc.

El arrope no debe tener más densidad que la que resulta de la reduccion del mosto á una tercera parte, porque llevada más adelante la evaporacion adquiere un gusto á requemo que se comunica al vino. Por término medio, necesita el mosto de las cosechas de este pais de un 10 á un 15 por 100 á la densidad que hemos indicado. No es mi ánimo presentar una cuestion nueva resuelta en favor de la ciencia, porque esta práctica se viene observando desde los Romanos en la fabricacion de su *vinum pasum*, en la de los dulces de Málaga y en los rancios de Navarra. Me he propuesto únicamente aplicar los medios más económicos y fáciles de suplir el azúcar de uva, que se halla en defecto en casi todos los vinos de muchas comarcas viñeras.

Conocida la necesidad de que la fermentacion se prolongue lo posible, y que siga un movimiento lento y tranquilo, debemos remover todas las causas que la aceleren. Una temperatura que exceda de $+10^\circ$, la cantidad excesiva de la masa fermentante y del orujo contribuyen al movimiento tumultuoso del líquido.

La traslacion del líquido fermentado á las cubas así que concluye el primer período de las metamórfosis, es muy conveniente para que en ellas continúe la fermentacion insensible, que se prolonga hasta la completa trasformacion de la glucosa, prestándose mejor esta situacion á regularizarla, evitando los cambios bruscos de temperatura, y contribuyendo á la perfeccion del vino.

Si hasta aquí hemos podido llegar conservando la temperatura inferior á $+10^\circ$, es probable que el producto no contenga el ácido lácti-

co, la goma y la manita que, á imitacion de lo que sucede con otros zumos azucarados, pueden producirse en un movimiento tumultuoso acompañado de temperatura más elevada. Y estos principios de composicion compleja aún pueden destruirse por cualquier causa, uniéndose sus elementos de otro modo para formar compuestos más sencillos y estables, como existian antes en la tierra y atmósfera, y fueron destruidos por la accion vital de la vid, y al verificarlo turbar la estabilidad que ya es indispensable conservar en los que constituyen el vino.

Ya conocemos la importancia de la glucosa, los principios putrescibles, y su accion mútua en la fermentacion: ahora nos resta estudiar el papel que hacen los demás principios inmediatos del mosto en aquel laberinto de reacciones químicas, especialmente aquellos de quienes deben provenir otras cualidades de bondad en los vinos.

Es cosa convenida ya, y admitida por la ciencia, que el olor de los vinos es debido á los éteres que se forman con los ácidos libres que preexisten en el mosto, y otros que se originan en la fermentacion, y se unen con el óxido de etila en el estado naciente del alcohol, ó despues de estar ya formado. Por esto se advierte que algunos tienen éteres acético y butírico. Pero en la mayor parte, si no en todos, se reconoce el eter oenántico, que comunica á los vinos su olor característico, y cuyo ácido, no encontrado en el mosto, debe formarse durante las metamórfosis de los demás principios.

No todo el aroma de los vinos es debido á las reacciones de los ácidos y cuerpos grasos que se forman en la fermentacion: los mismos frutos contienen aceites esenciales que, como el graciano, el moscatel, la garnacha y otros, los dan tan característicos como gratos.

La presencia del ácido tartárico es una condicion indispensable para obtener vinos aromáticos. En los paises del Mediodía, en donde las circunstancias atmosféricas trasforman todos los ácidos en azucar, sus vinos son muy ricos en alcohol, pero carecen del perfume que tienen los de comarcas y exposiciones ménos favorables. En vano se llevarán á climas calientes las especies que dan los olorosos vinos del Rin, en Burdeos el Chateaumargau y el clarete, porque el influjo cli-

matérico trasformará en otros cuerpos aquellos principios, de donde provienen las cualidades que les dan tanta importancia.

Así es que las provincias meridionales de esta península, las costas orientales del Mediterráneo nos dan vinos que tienen mucha estimacion por su riqueza alcohólica; pero los de pasto no son más recomendables por esta circunstancia. Al contrario, los espirituosos son poco codiciados para el consumo de las clases acomodadas, porque no pueden satisfacer esta necesidad sin compromiso de la salud.

Los vinos ligeros, aromáticos, medianamente alcohólicos, que conservan una acidez tártrica agradable, son preferidos para la mesa. Conocida esta tendencia de los ricos consumidores, se ha despertado la aficion de algunos cosecheros á mejorar sus vinos, é imitar á aquellos que llevan más alto precio en los mercados.

El vino de Burdeos es, pues, su tipo fijo, y el modelo que se proponen. En vano se afanarán, y todos sus esfuerzos serán inútiles, si la ciencia no los auxilia con sus conocimientos. Las uvas azucaradas de los climas calientes les darán siempre vinos inodoros, dulces, alcohólicos y de facil conservacion, al paso que las del Norte los ofrecerán aromáticos, pobres de alcohol, y de poca vida.

Las conclusiones de mis repetidos trabajos sobre este punto son conformes con esta doctrina. Yo he puesto á fermentar mosto de uva muy madura y apenas sin reaccion ácida, y he obtenido productos desprovistos del olor vinoso, los cuales he convertido en excelentes vinagres. Repitiendo la operacion con la adicion de un poco de ácido tartárico puro, aquellos aparecieron mas perfumados, aunque no con la perfeccion que resultan con los ácidos que naturalmente acompañan al jugo de la uva.

En este pais predominan generalmente los ácidos libres en el mosto. Los vinos, por consiguiente, son mejores en los años que por las buenas estaciones ha formado el fruto más glucosa, disminuyendo simultáneamente la cantidad de ácidos, pero que quedan sin embargo en proporcion bastante para llenar aquel importante objeto, bien sea reaccionando sobre el alcohol, ó sobre las esencias que se forman en la fermentacion, ó están ya contenidas en la uva.

Cuanto menor sea la temperatura en que se verifiquen las metamórfosis, y la conservacion de sus productos, ménos pérdidas experimentarán de alcohol y principios olorosos, que son los que constituyen la parte esencial de los vinos. Y hé aquí otra razon más para dar preferencia al método que, llenando las demás buenas condiciones de composicion del líquido fermentante, se practique á los + 6° ó + 8° de calor ya mencionados.

Voy, por último, á ocuparme, aunque ligeramente, de la conservacion de los vinos: y digo ligeramente, porque no obstante que esta cuestion es de importancia, y forma parte de la proposicion de que me ocupo, aquella se consigue con el método que dejo expuesto, y reconozco como preferente, para separar los agentes de alteracion más peligrosos.

Dos medios suelen emplearse para ello, fundados, el primero en hacer insolubles todas las sustancias putrescibles contenidas en los vinos, y separarlas oportunamente, y el segundo (llamado *mutismo*) en apoderarse del oxígeno que puede actuar sobre aquellas y demás componentes alterables del líquido. Por aquel se priva al vino de los cuerpos combustibles, y por este del comburente.

En la fermentacion tranquila, prolongada y á la baja temperatura, se aislan insolubles, como tantas veces queda dicho, los materiales que constituyen el fermento, dejándolos en las heces en la primera traslacion, y sin que haya motivo de que renazcan nuevas causas de alteracion.

El *mutismo*, que es el empleado en Burdeos, y que tambien he aplicado en mis estudios prácticos, trae consigo el inconveniente de introducir nuevos elementos en el vino; de decolorarlos notablemente el ácido sulfuroso; de permitir que el oxígeno, cuando ya ha elevado á aquel ácido á la categoría de sulfúrico, actúe sobre los cuerpos alterantes que, si no se observó escrupulosamente el primer medio, pueden aún existir; y lo peor de todo, que en los movimientos insensibles que suelen experimentar los vinos despues de trasegados y aun embotellados, he visto que, uniéndose azufre con hidrógeno, ha aparecido el sulfido-hídrico en cantidades que llegan á incomodar al gusto y al ol-

fato, destruyendo de este modo todos nuestros anteriores esfuerzos y cuidados, y llevando al vino males superiores acaso á los que era nuestro ánimo evitar.

La operacion complementaria para la estabilidad de los vinos es su *clarificacion*. Esta debe hacerse por medio de las gelatinas animales, que se apoderan de las materias curtientes, y de otras que pueden, á pesar de todo, existir aún en el líquido, con las que aquella se combina produciendo compuestos que forman nuevo sedimento, del que se le separa por el último trasiego.

Despues de haber indicado las consideraciones que el propietario debe tener presentes en la eleccion de las variedades de la vid, de los terrenos, su orientacion y abonos para conseguir un líquido que, sometido á la fermentacion, lleve á esta todos los elementos que en su metamórfosis dén el resultado que nos proponemos, y haber manifestado los hechos prácticos de mejor éxito, se pueden resumir estos del modo siguiente:

1.° En los paises en donde la uva no adquiere bastante glucosa, es necesario suplirla con la procedente del mismo fruto, antes de la primera fermentacion, para que tome parte en ella y reaccione sobre toda la masa.

2.° La cantidad de arrope añadido debe ser objeto de tanteos en cada localidad, procurando siempre que despues de la fermentacion tumultuosa reste un pequeño exceso sin descomponer, para que pueda continuar la fermentacion en las cubas, á donde debe trasladarse el vino así que cesan los fenómenos más sensibles.

3.° En los que, como en nuestras provincias del Mediodía, la cantidad de glucosa es excedente, si el propietario se propusiese obtener vinos perfumados, debiera anticipar la época de la vendimia antes que los ácidos orgánicos se descompusieran por completo.

4.° Ha de procurarse que la temperatura á que se verifique, tanto el primer período como el segundo, sea lo más baja posible, para que llevando la fermentacion una marcha lenta, tenga más tiempo el fermento de oxidarse y hacerse insoluble.

5.° Durante todo el tiempo que el líquido dé señales de continuar

este fenómeno, se permitirá el contacto de la atmósfera con la masa fermentante, incomunicándola así que esté ya en reposo.

6.° Se aprovecharán los dias más frescos del mes de marzo para clarificar el vino por medio de la gelatina animal purificada, y separarlo del depósito, llevándolo á otro vaso que se vuelve á cerrar por medio de una válvula hidráulica, ó un tubo encorvado sumerjido por su extremo exterior en una masa líquida.

7.° Si en el segundo año se ha notado que el vino ha perdido parte de su trasparencia, se repite la clarificacion en enero, y la traslacion á otro tonel, en donde se puede guardar indefinidamente, ó ponerlo en botellas.

Este es en resúmen el fruto de veintisiete años de estudio y observaciones prácticas: tales como son, las ofrezco á la consideracion de la Real Academia, con una muestra del producto obtenido por el método de la fermentacion de la cerveza en Baviera. Cerca está el dia en que ocuparán un pequeño rincon de la montaña del Príncipe-Pio otros conseguidos en mis multiplicados ensayos. Si tan exíguo trabajo no merece el premio ofrecido por esa ilustrada corporacion, me quedará siquiera la satisfaccion de que la Real Academia de Ciencias se haya ocupado en su exámen, y de haber aspirado á obtener la gratitud de mi pais. «*Nihil nobile, nihil honorificum, quam in utilitatem consimilium* »*labores nostros impendere.*» (Div. August.)

# DISCURSO

QUE

## SOBRE LOS FENÓMENOS DE LA ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA

LEYÓ

# EL SR. D. MANUEL RICO Y SINOBAS

EN EL ACTO

**de su recepcion de Académico numerario de la Real Academia de Ciencias.**

*Señores:*

Desde este honroso lugar y con igual motivo los dignísimos Académicos que me han precedido con sus discursos, dieron á esta respetable Corporacion pruebas patentes de la ciencia atesorada por el trabajo y el estudio, delineando con mano segura, ya el cuadro histórico de la importancia siempre en aumento de la química como ciencia filosófica, bien el que corresponde á las matemáticas consideradas como el mas firme apoyo, ó eje sobre el que gira y en lo futuro girará el inmenso plano de los métodos inductivo, de observacion y esperimental de la filosofía física. No faltó entre los que me escuhan alguno que con mirada fija, y para la historia de los progresos del entendimiento humano, descendió desde la idea general de la ciencia á demostrar con sagacidad consumada que el organismo de los vegetales era de una sencillez

aparente; mientras que otro señaló con poderosa razon la tendencia progresiva á la armonía entre el mal, hijo de las pasiones de la criatura que perece, y los bienes científicos amontonados por el trabajo de los siglos que se suceden.

Aquellos discursos, Señores, se conservan cuidadosamente como pruebas que la historia imparcial recojerá mañana, para reunirlas con otras y marcar sobre las naciones los centros del saber, cuya importancia se valorará en el porvenir por la viveza de la luz acumulada en ellos, y por la distancia á que lleguen en el trascurso del siglo XIX sus rayos ondulantes y civilizadores. Interpretando segun lo expuesto uno de los deberes que impone el Estatuto de la Academia, y conmovido por la lectura y el estudio de la palabra científica de los que me han precedido en este lugar, se comprenderá mi justo temor en ocasion de seguir á tan dignísimos Académicos.

Por lo tanto, difícil era la eleccion de un asunto científico que, como motivo de mi discurso, fuese digno de la ilustrada Corporacion que llamándome á su seno me dispensa un honor á todas luces inmerecido; pero afortunadamente, el talento cultivado de quien conserva restos de un vigor que ya se acaba, interrogó hace pocos años á la naturaleza, al presente y al porvenir de la ciencia, diciendo desde este lugar: «¿Y quién osará negar que la que supo concentrar el carbono en el diamante, un dia nos presente una sustancia que se resuelva en electricidad? ¿Quién es capaz de calcular todo lo que pasa en ese inmenso laboratorio de la atmósfera, donde la naturaleza tiene en juego todos los meteoros, influyendo en las acciones de los seres orgánicos, que á su vez se ejercen sobre los demás, para no esperar que los metales y otros simples de hoy resulten mañana compuestos de elementos ignorados?» Interrogaciones de un valor incalculable, hijas de una fuerza que se gastó en el estudio, y cuyos restos todavía vigorosos se ocuparon en contemplar filosóficamente á la electricidad como agente físico, y á la atmósfera como laboratorio donde se reunen las mas poderosas facultades de la naturaleza.

Para calcular lo que pasa en este inmenso laboratorio atmosférico, puede servir lo que dice Davy con motivo de los progresos hechos en

las ciencias físicas: Que la observacion guiada por la analogía nos conduce al experimento, y la analogía confirmada por el experimento nos hace dueños de la verdad científica.

Por este principio de los métodos de estudio se igualan y encumbran los hombres de todos los siglos, así los que gastan la actividad de su espíritu en sujetar experimentalmente á la naturaleza con la destreza del ingenio, con la energía del fuego, con la dureza del hierro y la tenacidad del tiempo, como los que, guiados por la observacion y seducidos por teorías y sutilezas ingeniosas, pretendieron la posesion de la verdad física, de la cual nos dejaron mezclados entre mil ídolos antiguos algunos magníficos restos estatuarios modelados por los cantores de las epopeyas paganas, y posteriormente por las escuelas y sectas que se han sucedido en medio de la civilizacion de los pueblos.

Hace medio siglo que la física reunida á la química, asociada á las ciencias matemáticas, y con todos los recursos de los métodos descriptivos de las ciencias naturales, consiguió elevar á la geologia sobre la firme base expresada filosóficamente por Davy; reconstituyéndose con los minadores de la tierra, con los viajeros infatigables, y por la reunion de asíduos observadores, la ciencia cuyo objeto, segun Séneca, sería el estudio de todos los fenómenos naturales que pasan ó pasaron desde la superficie hasta la profundidad del centro de nuestro planeta.

La misma física con todos sus progresos, y auxiliada por las demás ciencias, sondeó con la luz y halló limitado el piélago atmósferico; pesó y encontró cantidades conmensurables para la presion del aire. Para determinar el calor terrestre, á falta de mejores aparatos envió en todas direcciones, primero al termómetro florentino y despues los que se han construido con alguna ventaja, adquirida por el saber y la destreza. Guiados por la analogía, y temerosos de las interrogaciones de los escépticos de todas las edades, Dalibard y Franklin, á mediados de la última centuria, elevaron en la soledad y al través del aire sus cometas armadas con puntas, para tener entre sus manos, trascurridos breves momentos, el rayo vivísimo; ese meteoro que, en el espiritualismo poético de los antiguos pueblos, se suponia expresion fiel del enojo y de la ira de los dioses, que aterraban haciendo que el fuego y la luz brilla-

sen sobre el fondo oscuro de las nubes, ó ya tronchando como frágil caña á la criatura altiva que vivió en la tierra.

Es evidente que en la atmósfera y en las grandes alturas, segun indicó Séneca, pasan numerosos fenómenos, con cuyo difícil estudio se puede constituir una ciencia positiva, como lo es la geologia relativamente á la existencia, superposicion y cambios que presenta ó ha presentado la costra seca de la tierra. Algunos, sin embargo, de noble y elevado espíritu por las perfecciones que idearon en los procedimientos experimentales, y que por su medio han rectificado muchos de los datos numéricos que nos legaron como leyes físicas y naturales las ciencias del último siglo, en vista de las imperfecciones de los instrumentos de observacion, de las inmensas dificultades que ellos han tenido que vencer para rectificar los números del saber, y de los voluminosos registros acumulados por la meteorologia, han expresado sus dudas sobre la cuestion de los métodos actualmente adoptados en aquella ciencia, y sus temores por los resultados y por las aplicaciones de la que, limitándose en sus investigaciones á las capas inferiores de la atmósfera, se dice que corre riesgo de abusar de la analogía al establecer sus teorías fundamentales.

Pero la ciencia del Océano atmosférico existe ó puede existir, porque se sostiene en un axioma filosóficamente expresado por Davy, y porque sus observadores se revuelven con la tenacidad propia de los números sobre los fenómenos y meteoros que llegan á presentarse en el plano atmosférico que cubre á la superficie marina ó terrestre del globo. Porque aquellos, considerando á la atmósfera de la tierra como una mezcla gaseosa, la estudiaron químicamente en los llanos y en las alturas, y mecánicamente en el fondo del Océano aéreo. Además, si la física considera á la atmósfera como un medio gaseoso á cuyo través pasan la luz radiante, el calor radiante y conducido, y la electricidad conducida é influyente cuando se halla acumulada en algun lugar del espacio, las ciencias fisiológicas á su vez han creido hallar en aquella luz que se percibe, en el calor que se siente y en la electricidad que conmueve, al néuma, al espíritu de que hablaban los antiguos, causa física de la actividad de la materia inorgánica, por cuyos medios las acciones

y reacciones de esta última se suceden en la naturaleza con una constancia y regularidad admirables. Los mismos fisiólogos, sin confundir á los agentes físicos con las fuerzas vitales de los vigorosos organismos, han notado simultáneamente que aquellas se sostienen, se exaltan, languidecen, se gastan y concluyen bajo la influencia de los flúidos imponderables, por cuya razon consideran como de grande interés por sus aplicaciones á su ciencia predilecta, á las observaciones atmosféricas relativas á la luz que llega en línea recta hasta la tierra, al calor que se dispersa y pierde aparentemente para ser condensado en los cuerpos, y á la electricidad que aquí desciende fugaz al través del aire, iluminándose la atmósfera por globos de fuego y por simples ó duplicadas chispas, que allí cae á torrentes enmedio de las gotas gruesas de lluvias aturbonadas, que mas allá desciende lenta con los rocíos, que en otro lado es muy enérgica en medio de algunas nieblas, y que, por el contrario, en todas partes con tenacidad permanente marcha desde la superficie de la tierra envuelta por los vapores hácia las regiones mas altas del piélago atmosférico. Tales son los fenómenos que más han llamado la atencion de los meteorologistas y del fisiólogo relativamente á la electricidad espontánea, y naturalmente desarrollada y acumulada en el aire que respiran los séres dotados de vida, y sobre cuyos fenómenos accidentales me propongo fijar por breves momentos la atencion de la Academia.

## II.

Franklin, Dalibard y Romas demostraron que la electricidad de la atmósfera tempestuosa era idéntica á la causa física que en manos de Wall dió por resultado la primera chispa eléctrica. Por aquella demostracion se perdió la poesía de los ascítici ó nubes precursoras de la tempestad, cuyas formas bizarras y extraños movimientos describió Virgilio. El rozamiento rudo de las nubes hasta brotar en ráfagas y chispas, el fuego meteórico de que habló Séneca, despues de los experimentos de Dalibard y Franklin pasó á ser una hipótesis bella y atrevida. El peso de las nubes cargadas de nieve, su descenso rápido y su pre-

sion sobre las capas inferiores de vapores, como causa del rayo segun Descartes, fueron supuestos físicos que corrieron la misma suerte que la opinion de Séneca; sorprendiéndose la crítica filosófica del siglo último, en cuyos registros se escribió como consecuencia del método de observacion y en señal de la nobleza de la mente de Séneca, la palabra rozamiento, orígen de las que actualmente se llaman chispas eléctricas, y la palabra presion, que con mucha posterioridad se considera causa suficiente para producir señales eléctricas de notable intensidad. Para Franklin y Dalibard el rayo enmedio de la tempestad era una chispa eléctrica, y la tempestad misma no pasaba de ser un conductor vaporoso, aislado en medio del espacio atmosférico, en el cual existia el mismo flúido que en los conductores metálicos de una de nuestras máquinas eléctricas. Con el objeto de comprobar la opinion anterior se han seguido una série de estudios, de los cuales me ocuparé con suma rapidez.

Si el rayo procedia de un conductor electrizado y tempestuoso, aquella chispa deberia saltar hácia los puntos más elevados de la superficie de la tierra, y hácia aquellas localidades que por su composicion fuesen mejores conductoras de la electricidad. La primera de estas dos conjeturas la comprobaron los viajeros, observando los esmaltes, estrías y surcos que el rayo deja en su camino por las rocas que coronan las cimas de las elevadas cordilleras; y cuando el rayo alcanza á las llanuras, por el estallido y destruccion de los troncos de los árboles, y por la existencia de las fulguritas enmedio de las arenas que se funden por el fuego del cielo. El número de estas últimas, y los cuadros estadísticos por los cuales se ha demostrado la frecuencia de la caida del rayo en determinadas localidades de composicion geológica conocida, patentizaron tambien que la segunda conjetura era fundada.

El rayo, en el supuesto de Franklin, debia pasar lateral y oblícuamente desde las nubes, centro de la tempestad, hácia otras más ó ménos distantes, que pueden á su vez constituir conductores cargados de electricidades contrarias. Tambien en este enunciado existen dos conjeturas; la primera familiarmente admitida por la generalidad, que observa en el fondo oscuro de la tempestad que algunos zig-zags eléctri-

cos cruzan el espacio casi horizontalmente. La segunda trató de comprobarla Peltier con una série de experiencias directas, en que tomó parte nuestro ilustrado y bien conocido D. Antonio Gutierrez, consiguiendo aquel físico hallar, por medio de la cometa armada de Franklin, signos contrarios en la electricidad de las capas vaporosas que rodean y constituyen un centro tempestuoso. El fenómeno meteorológico *de la frecuencia de signo* en la electricidad observada por medio de los conductores fijos á la superficie de la tierra, y cuando se estudia la influencia eléctrica de las nubes tempestuosas, sostiene con fundamento la segunda conjetura.

El rayo debia, y no habia razon contraria para que dejase en el supuesto de Franklin de dirijirse vertical ú oblícuamente, pero hácia la parte superior del centro tempestuoso; fenómeno que ha sido observado por algunos cazadores cántabros, cuyo pié atrevido se sostiene en ocasiones en riscos desde los cuales se distingue despejado el espacio superior, mientras que la vista, desde aquellas alturas y hácia los valles próximos, se pierde en un caos aparente de nubes amontonadas. Peytier y Hossard observaron el mismo fenómeno del rayo ascendente hácia nubes superiores desde las cimas del Pirineo, trascribiendo el hecho á los anales de la ciencia, y con él la demostracion en definitiva de ser el rayo en su tortuoso camino una chispa eléctrica resultante de la neutralizacion del flúido acumulado en las nubes, y de la electricidad contraria de otras masas vaporosas, ó de otros cuerpos más ó ménos distantes.

Hasta la consecuencia anterior se ha llegado por la analogía y el experimento, que confirmándose recíprocamente dieron orígen á una verdad científica. Sin embargo, en el rayo que cruza el espacio atmosférico se observan algunos fenómenos característicos, difíciles de explicar por la analogía y por los experimentos con nuestras máquinas de construccion más perfecta, pero en las cuales, á pesar de todas sus perfecciones, la electricidad, por su tension y cantidad, es incomparablemente menor que la acumulada por la naturaleza en las nubes tempestuosas.

Los antiguos no pudieron calcular con exactitud la tension y la

cantidad del flúido eléctrico acumulado en las tempestades, ni por la fábula ni por la historia, ni por la semblanza moral; tampoco las observaciones directas recojidas en los anales positivos de la ciencia de los últimos tiempos, han dado los resultados exactos que serian de desear. Sin embargo, los estudios han cambiado de rumbo, y en lugar de la epopeya fabulosa por cuyo medio los antiguos nos dieron á conocer la tension y cantidad del flúido eléctrico en las tempestades que ellos observaron, el abate Richard, subiendo la montaña de Boyer en 1750, se halló enmedio una nube de tempestad declarada. Allí el rayo no tronaba por intérvalos interrumpidos, en cambio su ruido era mas temible por la continuidad; pero tambien allí Mr. Richard demostró que la existencia del hombre era posible en el espacio mismo donde se elabora el fuego, y de donde salta el meteoro que tan temible fué para los antiguos.

La misma posibilidad de existir los observadores cuando se hallan envueltos por la tempestad, quedó comprobada en España durante el meteoro del 18 de agosto de 1806, refiriéndome á los que estudiaron en Madrid desde las inmediaciones de la torre de San Ginés el fenómeno eléctrico y luminoso que, muy terrible pero vistoso, apareció sobre aquel edificio. Del citado meteoro se dijo: «Llegada la noche del dia 18 se avistaron entre el horizonte del Mediodía y Poniente unas aglomeradas nubes negras y densas, que despues empezaron á chispear y serpentear en pequeños relámpagos. Como estos meteoros se ven á menudo en las noches de verano despues de fuertes calores, y no eran seguidos de truenos, juzgamos que estos fuegos propiamente eran la reverberacion de otros reales y efectivos relámpagos; pero en breve nos desengañamos de que nos amenazaba una fuerte tempestad.»

«En efecto, un aire repentino levantó en pocos minutos la nube hasta nuestro hemisferio; luego se vieron serpear cerca varios meteoros inflamados que nos deslumbraban; á estos seguian sin interrupcion los truenos, ó para hablar físicamente, el relámpago ya era el trueno. En la proximidad conocí que teníamos la nube perpendicular, comunicándose su foco ó depósito de electricidad con el de la atmósfera inferior, y de consiguiente que estábamos en peligro. De repente vimos

cruzar con rapidez un surco de luz como cohete, que al parecer se dirigia á la veleta de la torre de San Ginés, y luego, á impulsos de un trueno estrepitoso, apareció el chapitel de la referida torre electrizado, presentando el espectáculo mas risueño y agradable. Todo él estaba adornado de estrellitas ó pequeños globos que bullian incesantemente, sin que la lluvia oscureciese su resplandor y claridad; formaba la natural iluminacion como un cono piramidal coronado de una cola de estrellitas que subian como dos varas de la cruz, las cuales por intervalos desaparecian. En la cúpula, en la cornisa y en los ángulos del chapitel, se acumulaba mayor copia de materia iluminada; á todo el fenómeno acompañaba un chasquido casi imperceptible por la distancia, igualmente que el olor fosfórico mezclado con el terrestre; pero lo más notable y gracioso era que, desde la bola del cuerpo del chapitel descendia por el aire en línea curva una cadena de estrellitas formando como *S* ó asa de una jarra. Por la parte del Norte parece que descendia algunas veces la materia luminosa ó el calórico, mas yo no pude observarlo. Y considerando que la atmósfera impregnada de moléculas ocultaria á nuestra curiosidad otros maravillosos efectos de la electricidad, tomé un anteojo, y llegué á descubrir que en ciertos puntos emanaban (á lo que conjeturo, en los ganchos de hierro que hay para subir á la veleta) hermosos penachos luminosos compuestos de rayos divergentes entre sí, presentándose una vista agradable, y superior á cuanto el arte puede inventar ó finjir. Descubria igualmente, aunque en confuso, un conductor ó vehículo que comunicaba de la torre á la nube..... Duró este fenómeno de 9 á 10 minutos, y primeramente se desprendió de la barra de la veleta, soltándose todo despues á la manera que el fuego desampara el leño que ya no tiene materia combustible. Asi cesó este prodigioso fenómeno, sin hacer estrago notable ni en los hierros, ni en las pizarras, ni en parte alguna.»

Algunos se han encontrado en medio de las nubes de tempestad bien definida, citando Mr. Arago á Peytierd y Hossard, á quienes envolvió la tempestad misma diferentes veces durante sus trabajos geodésicos en el Pirineo; aquellos notaron que en medio de los vapores donde se elabora el rayo, los cabellos se erizaban, percibiéndose el

ruido extraño é indefinible que producia la electricidad al escaparse por las extremidades de los dedos. En algunos momentos notaron las telas de su tienda de campaña como enrojecidas por el fuego; las armas allí presentaron señales positivas de fusion originada por la electricidad. En cuanto á la accion directa del rayo por aquellas alturas, fué suficiente para arrancar plumas á una perdiz blanca y carbonizar un trozo de madera, mientras la lluvia, el granizo, la nieve y los relámpagos eran fenómenos seguidos casi instantáneamente de violentos truenos.

Mr. Roset en su viaje por Africa, hablando de la tempestad del 8 de mayo de 1831, dice que á la postura del sol se vieron iluminados los techos de algunos edificios militares en Argel, sorprendiéndose los oficiales al notar que mientras sus cabellos se erizaban, los de sus compañeros aparecian luminosos, y que bastaba levantar las manos para que se presentase en la extremidad de los dedos la luz eléctrica, sin sentir ningun dolor, hasta que pasada la tempestad los referidos observadores se notaron fatigados, y con un cansancio que les agoviaba.

Situaciones análogas en que el hombre se ha hallado en medio de la tempestad ó muy próximo, se citan por todos los meteorologistas, comprobándose que la existencia de aquel sin graves incomodidades es posible en el centro mismo del meteoro referido; y por consecuencia, que cualesquiera que sean la tension y la cantidad del flúido eléctrico acumulado en las nubes, mientras no cambie su estado estático por el de la electricidad dinámica ó en movimiento, los seres animados perciben algunas sensaciones oscuras, difíciles de definir.

La tension y la cantidad del flúido eléctrico necesaria para originar las tempestades no se ha podido calcular con exactitud, por las sensaciones casi negativas que se percibieron, cuando la casualidad y la oportunidad nos llevó al centro mismo de aquellos meteoros; pero debe recordarse que si por este camino no se ha podido llegar á dicha determinacion, consiste en que no poseemos un sentido para el flúido eléctrico como el de la vista para la luz, ó como el del tacto para el calor, que aunque inexactos en sus apreciaciones, sin embargo, por el primero se tiene conocida la máxima intensidad y fuer-

za relativa de la luz reflejada sobre los cuerpos que se dicen amarillos, mientras que el tacto se emplea útilmente para percibir diferencias entre ciertos límites del calor que corresponde á los cuerpos. La electricidad *dinámica* conmueve violentamente cuando pasa de los filetes á los cordones nerviosos en los seres dotados de vida, y alarma, aterra ó destruye conforme su enerjía se aumenta. Por consecuencia se comprende que no poseemos medios para calcular con exactitud física, y por las sensaciones, la tension enorme y la cantidad excesiva del flúido eléctrico que corresponde á los centros ó núcleos de las tempestades.

No han faltado algunos que, para calcular la tension y la cantidad del flúido eléctrico en las nubes activas, se han propuesto estudiar préviamente su altura sobre el nivel de los terrenos, cuando el relámpago fulgura en ellas seguido del trueno. Las observaciones que se refieren á la altura de las nubes tempestuosas pueden ser muy exactas, y siempre interesantes: porque en el supuesto de que las facultades eléctricas decreciesen en derredor de las nubes tempestuosas en razon inversa de los cuadrados de las distancias, conforme acaece en los conductores de nuestras máquinas, se comprende la posibilidad, muy difícil, de construir una série numérica creciente que expresase los incrementos de la tension y cantidad del flúido eléctrico, desde la superficie terrestre donde se estudia, hasta el centro agitado de la misma tempestad; para cuyo problema uno de los datos que más influirian en su resolucion, sería necesariamente el de la altura observada, ó nivel que ocupasen aquellos meteoros.

Conjeturalmente, y por analogía con los resultados de algunas experiencias físicas, se puede sostener que la tension de la electricidad en las nubes se aumenta considerablemente conforme aquellas se hallan á mayor altura, por la razon física de que la tierra con su electricidad contraria tiende á neutralizar al flúido propio de las nubes, con tanta más energía cuanto la distancia es menor. Saussure en los Alpes y Humboldt en los Andes habian ya notado la tension excesiva del flúido eléctrico en sus viajes á la cima de dichas montañas; pero la idea aproximada de la tension y cantidad del flúido eléctrico en las mismas nubes tempestuosas, se puede comprender sólo por la experiencia de 7

de junio de 1783, verificada por Romas. Este físico, y Charles, que le siguió con sus trabajos análogos, se sirvieron de la cometa armada con puntas y sujeta á una cuerda de cáñamo en cuyo interior se contenia un alambre de hierro. El aparato anterior, una vez elevado y próximo á la tempestad, dió origen á vivísimas chispas, cuyo chasquido se percibia á la distancia de 500 piés. Se sentia en las inmediaciones de la extremidad de la cuerda una impresion en el rostro como si uno se hallase envuelto por telas de araña. Algunas gotas de lluvia y las ráfagas vivas de viento que levantaron más la cometa, dieron origen á ruidos extraños semejantes al susurro continuado que produce la salida de la electricidad al escaparse por las puntas de los conductores de nuestras máquinas, y que sin duda salia en cantidad enorme por las extremidades del conductor de Romas. Un momento despues se verificaron tres esplosiones con fuego y ruido semejante al del trueno. La luz y el fuego percibido llegó á ocupar un espacio de 8 pulgadas de largo por 5 líneas de diámetro; notándose además un olor sulfurado muy vivo en las inmediaciones del conductor que tocaba en el suelo. La cuerda, segun Romas, apareció cubierta por un cilindro luminoso de unas 3 á 4 pulgadas de diámetro; asegurando este físico, que si las experiencias se hubieran verificado de noche, la atmósfera eléctrica que envolvia á la cuerda se hubiera creido que tenia de 4 á 5 piés de diámetro. Si la tension y la cantidad del flúido eléctrico fueron excesivas en la nube observada por Romas el 7 de junio, todavía fueron mayores y más prodigiosas en la de 28 de agosto de 1786, de la cual la cometa armada con puntas arrebató á la tempestad cantidades de flúido eléctrico que aparecieron á la extremidad de los hilos conductores en forma de corrientes de fuego, de 1 pulgada de diámetro aparente y de 10 piés de longitud (1).

---

(1) Con posterioridad Mr. Crosse ha estudiado nubes tempestuosas con alambres esploradores de 1600 y 3000 piés ingleses de longitud, tendidos horizontalmente encima de las copas de los árboles en sus terrenos y propiedades de Broomfield. Por medio de aquellos, y durante las tempestades, se han cargado 20 veces por minuto los 50 bocales eléctricos de que disponia el referido físico, tan completamente como por 230 vueltas de una máquina eléctrica de excesiva fuerza y energía; consiguiendo en el trascurso de alguno de aquellos meteoros obtener chispas entre las esferas del deflagrador *(noli me tangere)* del aparato con ruidos semejantes á los disparos de las armas

Las experiencias anteriormente referidas se comprende que son peligrosísimas de repetir; mientras que Saussure, Volta y Read, poco satisfechos de las observaciones que versan sobre la altura y distancia de las nubes fuertemente electrizadas, se propusieron determinar la intensidad del flúido eléctrico espontáneamente acumulado en un punto cualquiera del espacio atmosférico por los efectos de su influencia en los aparatos electrométricos colocados á larga distancia de las nubes, apareciendo en las manos de los citados físicos los primeros electrómetros con aplicacion á la meteorologia de la tempestad, Read en 1790, el Marqués de Ureña en 1805, Schübler en 1811, y Ronalds desde 1817, han observado la electricidad atmosférica por medio de conductores fijos y electrómetros de cuadrante, á los que muy pronto añadieron los deflagradores para medir la distancia esplosiva de las chispas que procedian de un cuerpo electrizado bajo la influencia de la tempestad; mientras que Colladon modificó el galvanómetro adaptándole para las observaciones de la electricidad atmosférica, y con tendencia á trasformar el carácter pasivo del método de observacion en esta parte de la ciencia, por la actividad que caracteriza al método experimental.

---

de fuego, y con cuya intensidad calorífica se fundieron en ocasiones hilos de hierro de 30 piés de longitud y de $\frac{1}{170}$ de pulgada de diámetro. Cuando los alambres esploradores tenian 3000 piés de longitud, la carga de la batería referida se verificaba instantáneamente, mientras que en los momentos en que los centros mismos de las nubes activas se correspondieron encima del hilo investigador, entonces una espantosa cascada de chispas como en torrente eléctrico era lo que se observaba, y cuyes efectos, segun dice Noad, sólo viéndolos se podian concebir.

Mr. Weekes, en Sandwich, con un alambre esplorador de 365 yardas de longitud y aparato semejante al de Crosse, ha observado en 1841, en la atmósfera tempestuosa, fenómenos tan extraordinarios y de tanta intensidad como los referidos anteriormente.

Mr. Sturgeon en Woolwich, sirviéndose de la cometa armada para las esploraciones eléctricas en la tempestad del 14 de junio de 1834, observó que su aparato á la altura de 50 yardas sobre el terreno, y bajo la influencia del meteoro, se presentaba iluminado, tanto el cordon de la cometa en toda su extension, como la masa devanada de aquel, y además las matas y yerbas del terreno immediato por una circunferencia de muchas yardas; observando al fin un globo de fuego cuyo diámetro aparente fué de bala de arcabuz, el cual, descendiendo desde la nube por la cuerda y devanadera, al tocar en el terreno desapareció. *(Noad, tratado de la electricidad.)*

Para apreciar el grado de exactitud á que se ha llegado por el camino experimental sistemáticamente adoptado en la actualidad, y juzgar del porvenir cuando se trate de la tension y cantidad de la electricidad tempestuosa, pueden seguirse con rapidez las séries numéricas siguientes, que son el resultado del estudio con el aparato de Ronalds, durante algunas tempestades que ocurrieron en la atmósfera de Madrid en el trascurso de los años 1854 y 1855. Debiéndose tener presente que esta clase de trabajos, aun cuando Beccaria, Read y Schübler indicaron que los aparatos de observacion que ellos manejaron no daban resultados acordes, y por consecuencia exactamente comparables, sin embargo han sido recomendados á todos los meteorologistas, y proseguidas las observaciones por Mr. Arago en París, por Ronalds en Kew, por Mr. Quetelet en Bruselas, por Palagi en Italia, y por algunos otros observadores, escasos en número y muy separados en la superficie de la tierra.

Al pié del conductor fijo de Ronalds durante las tempestades en Madrid, se nota en ocasiones la impresion de la tela de araña sobre el rostro de los observadores, de que habló Romas. El olor sulfurado se ha percibido una sola vez en el trascurso de una tempestad, en agosto de 1854, por las inmediaciones de la barra de hierro con la cual se comunica el deflagrador con el suelo. En cuanto á la máxima y distancia esplosiva de las chispas observadas, no pasó en los años referidos de 14 líneas francesas.

*Exaltacion eléctrica en la atmósfera el dia 21 de abril de 1854.*

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 10h40' | » | 90° | » | 1s | A las 10 y 40' estaba el espacio cubierto por cúmulus, hasta que á las 11 y 30' aparecieron nimbus al N. de Madrid, y stratus cúmulus al S. y al O., con grandes masas de vapores acumulados encima del conductor. A las 12 y 10' los nimbus se aproximaron. A las 12 y 55' se observaban tan sólo cirro-stratus sobre el conductor. Las nubes se movian con mucha velocidad, pasando algunas muy bajas, y teñidas con un color de heces de vino. |
| 42 | » | » | 30° | 2,4 | |
| 45 | » | » | 29 | » | |
| 11 0 | » | » | 26 | » | |
| 5 | » | » | 29 | » | |
| 7 | » | » | 45 | » | |
| 8 | » | » | 70 | 4 | |
| 15 | » | » | 40 | » | |
| 20 | » | » | 35 | » | |
| 25 | » | » | 20 | » | |
| 30 | » | » | 38 | » | |
| 35 | » | » | 32 | » | |
| 40 | » | » | 30 | » | |
| 45 | » | » | 24 á 26 | » | |
| 50 | » | » | 32 | 3 | |
| 55 | » | » | 34 | » | |
| 12 0 | » | » | 24 | » | |
| 5 | » | » | 18 | » | |
| 10 | » | » | 20 | » | |
| 18 | » | » | 6° | » | |
| 21 | » | » | 40 á 48 | » | |
| 22 | » | » | 50 | 4,5 | |
| 27 | » | » | 48 | » | |
| 28 | » | » | 60 | 6,0 | |
| 29 | » | » | 30 á 38 | » | |
| 30 | » | » | 40 | 3,5 | |
| 32 | » | » | 20 | » | |
| 35 | » | » | 22 | » | |
| 40 | » | » | 8° | » | |
| 45 | » | » | 8 | » | |
| 50 | » | » | 45 | » | |
| 55 | » | » | » | » | |
| 1 0 | » | 200° | » | » | |
| 2 | » | 196° | » | » | |

Las observaciones anteriores corresponden sólo á un aspecto tempestuoso en la atmósfera de Madrid, y únicamente las presento por haber sido la primera exaltacion eléctrica que se estudió con el aparato de Ronalds. Si aquellos datos numéricos no corresponden á una tempestad declarada, los siguientes del 26 de julio de 1854, dan á conocer algunas de las irregularidades que se presentan bajo la influencia de la electricidad de la atmósfera, cuando por la altura ó por la distancia el centro de la tempestad se halla muy lejano.

*Tempestad del* 26 *de julio de* 1854.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. | | | | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| | N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | |
| 1h t 25' | » | 150° | » | » | Las nubes tempestuosas demoraban hácia el S. y S. E. de Madrid, cayendo agua aturbonada en la poblacion, y percibiéndose á las 3 y 30' de la tarde algunos truenos lejanos. La tempestad se corrió hácia el S. O. y O., extendiéndose posteriormente al N. O. de la poblacion. |
| 30 | » | 150 | » | » | |
| 3 0 | » | 150 | » | » | |
| 5 | » | 310 | » | » | |
| 15 | » | 310 | » | » | |
| 18 | » | » | 40° | » | |
| 20 | » | » | 48 | » | |
| 25 | » | » | 42 | » | |
| 27 | » | » | 52 | » | |
| 30 | » | » | 70 | » | |
| 35 | » | » | 64 | » | |
| 40 | » | » | 40 | » | |
| 45 | » | » | 42 | » | |
| 50 | » | » | 48 | » | |
| 51 | » | » | 60 | 7,5 | |
| 55 | » | » | 52 | » | |
| 4 0 | » | » | 8 | » | |
| 5 | » | » | 58 | » | |
| 7 | » | » | 70 | 12 | |
| 10 | » | » | 60 | » | |
| 15 | » | » | 56 | » | |
| 22 | » | » | 56 | » | |
| 23 | » | » | 75 | 13 | |
| 25 | » | » | 62 | » | |
| 28 | » | 0° | 0° | » | |

En el trascurso de la tempestad del 26 de julio se notan, comparando los datos recojidos con los correspondientes á la exaltacion eléctrica del 21 de abril, que la distancia esplosiva de las chispas en el uno y en el otro meteoro no convinieron exactamente con las indicaciones marcadas por el electrómetro de cuadrante; sin embargo de este defecto, durante la tempestad de julio de 1854, la influencia eléctrica de nubes activas, pero distantes, se aumentó gradualmente por espacio de 15 minutos; mientras que 2 minutos despues, y simultáneo con una descarga eléctrica, el electrómetro de cuadrante señaló 40°, alcanzando á señalar hasta 70°; descendiendo posteriormente á 8°, recuperando luego su posicion hasta señalar 75° con chispas á 13 líneas francesas de distancia, pasado lo cual, y trascurridos 5 minutos, todo el aparato repentinamente quedó en estado quiescente.

Los efectos de la influencia de las nubes tempestuosas cuando se aproximan á los electrómetros del aparato de Ronalds, pudieron reconocerse el 15 y 21 de abril de 1855.

## *Dia* 21 *de abril de* 1855.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. |
|---|---|---|---|---|
| $3^{h}$ t 5' | » | » | 40° | 4° |
| 10 | » | » | 48 | 6½ |
| 11 | » | » | 50 | 8 |
| 15 | » | » | 8 | ½ |
| 20 | » | » | 38 | 4 |
| 30 | » | » | 36 | » |
| 35 | » | » | 68 | 14 |
| 4 0 | » | » | 32 | » |
| 10 | » | » | 32 a 36 | » |
| 15 | » | » | 36 | » |
| 20 | » | » | 38 | 4 |
| 21 | » | » | 38 á 40 | » |
| 22 | » | » | 36 | » |
| 25 | » | » | 40 | » |
| 27 | » | » | 30 | » |
| 30 | » | » | 38 | » |
| 32 | » | » | 40 | 4 |
| 35 | » | » | 44 á 46 | 8 |
| 37 | » | » | 44 | » |
| 40 | » | » | 48 | » |
| 45 | » | » | 36 | » |
| 50 | » | » | 30 | » |
| 51 | » | » | 32 | » |
| 55 | » | » | 28 á 34 | » |
| 5 3 | » | » | 2 | » |
| 5 | » | » | 42 | » |
| 8 | » | » | 44 | » |
| 10 | » | » | 2 | » |
| 11 | » | » | 30 | » |
| 15 | » | » | 43 | » |
| 17 | » | » | 22 | » |
| 20 | » | » | 32 | » |
| 22 | » | » | 36 | » |
| 25 | » | » | 38 | » |
| 30 | » | » | 44 | » |
| 35 | » | » | 45 | » |
| 40 | » | » | 38 | » |
| 45 | » | » | 20 | » |
| 50 | » | » | 8 | » |
| 55 | » | » | 4 | » |
| 6 0 | » | » | 4 | » |
| 10 | » | » | » | » |

### OBSERVACIONES GENERALES.

La tempestad principió á las 3 y 5' de la tarde, apareciendo las nubes en el horizonte y en direccion N. O. y S. O.: á las 3 y 11' truenos y relámpagos en la última direccion, cayendo lluvia fuerte y granizo á las 3 y 35'. En este último tiempo la nube tempestuosa se extendia desde el S. E. hasta el cenit de Madrid, observándose surcado el espacio á cada momento por chispas eléctricas de forma simple, pero que algunas descendian hasta una distancia muy corta de la tierra. (Se suspendieron las observaciones por espacio de 20'.) A las 4 se oian los truenos 9" despues de visto el relámpago. La tempestad se corrió al O., observándose que la electricidad cuando adquirió sus más fuertes tensiones se escapaba en grandes cantidades por los bordes y ángulos de los electrómetros de Volta, y por las gotas de lluvia que rodando caian del borde del paraguas metálico que defiende el pié del conductor. Las gotas del agua referidas en el borde del paraguas se prolongaban notablemente, apareciendo con punta hasta tocar en los plomos del edificio.

*Tempestad del* 15 *de abril de* 1855.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 12h 40′ | » | » | 20 | 2 | Aspecto tempestuoso á las 12 y 50′ con un trueno debil y lejano. A las 5 y 58′ grandes cúmuli sobre el conductor, con tempestad en el 2.° cuadrante corriéndose al 3.°, y truenos, relámpagos y lluvia fuerte á las 6 horas y 12′ de la tarde. La primera corriente contínua de chispas se observó á los 20′ despues de las 6, y á la distancia de media línea entre las esferas del deflagrador. 10′ despues se presentó la segunda corriente contínua á la distancia de 3 líneas; algunos segundos despues, y por causa de un relámpago, corriente continuada mucho mas viva, y casi á triple distancia, con iluminacion vivísima de la mesa é inmediaciones del pié del aparato, sintiendo los que observaban una sacudida en la cabeza y pecho en el instante mismo de establecerse la corriente citada. A las 7 todavía quedaba el electrómetro de cuadrante señalando 10° de su escala. |
| 55 | » | » | 10 | » | |
| 1 0 | » | » | 24 | 2½ | |
| 5 | » | » | 2 | » | |
| 10 | » | » | 0 | » | |
| 5 56 | » | » | 20 | » | |
| 57 | » | » | 44 | 5 | |
| 6 0 | » | » | 20 | » | |
| 3 | » | » | 30 | » | |
| 7 | » | » | 28 | » | |
| 8 | » | 80 | » | » | |
| 9 | » | 0 | 0 | » | |
| 10 | » | 200 | » | » | |
| 12 | » | » | 34 | 4 | |
| 15 | » | » | 22 | » | |
| 20 | » | » | 20 á 30 | Corriente contínua. | |
| 22 | » | 0 | 0 | » | |
| 25 | » | » | 10 á 20 | » | |
| 30 | » | » | 20 á 40 | » | |
| 34 | » | » | 50 | » | |
| 37 | » | » | 44 | Corriente contínua. | |
| 39 | » | » | 40 á 50 | » | |
| 41 | » | » | 20 | » | |
| 42 | » | » | 30 á 40 | » | |
| 44 | » | » | 35 | » | |
| 45 | » | » | 36 | » | |
| 48 | » | » | 30 á 40 | » | |
| 50 | » | » | 2 | » | |
| 52 | » | » | 18 | » | |
| 55 | » | » | 18 | » | |
| 59 | » | » | 10 | » | |

De todos los datos anteriores, y de otros correspondientes á las 40 tempestades eléctricas que llevo estudiadas en la atmósfera de Madrid durante los años 1854 y 1855, se deduce que en esta localidad de la península, lo mismo que en otras partes de Europa donde se observa la electricidad atmosférica con aparatos análogos, los resultados del trabajo prometen iluminar el fondo científico, hasta ahora oscuro, de la tempestad considerada meteorológicamente. Los electrómetros de Volta y el de cuadrante es cierto que han presentado irregularidades en el trascurso de las tempestades referidas, apareciendo en ocasiones dotados con movimiento oscilatorio, en otras neutrales en medio de la tempestad, para señalar pocos momentos despues, y por la divergencia de sus pajas *indicadoras*, la mayor tension de la electricidad influyente de las nubes. No faltaron ocasiones en que el movimiento oscilatorio apareció como tembloroso ó de trepidacion, ni momentos, y han sido los más frecuentes, en los cuales despues de algunas oscilaciones notables por su amplitud y casi instantaneidad, los índices de la electricidad se fijaron en una posicion para permanecer en ella muchos minutos, y aun horas seguidas, como acaeció durante la tempestad del 21 de octubre de 1855.

Es difícil explicar el estado neutral de los electrómetros en el aparato de Ronalds cuando las nubes activas se hallan al parecer suspendidas sobre dicho aparato. Sin embargo, Kaemtz halló notable analogía entre aquel extraño fenómeno y el que experimentalmente se produce con la electricidad disimulada en las botellas, en los vocales y en las grandes baterías eléctricas, cuando estos aparatos presentan signos de repulsion para los cuerpos lijeros en la armadura que posee un exceso de electricidad, mientras que la armadura opuesta aparece inactiva sobre los electrómetros más delicados. Recordando este hecho, que pertenece á las experiencias de la física, y suponiendo por analogía que la tempestad puede estar constituida por dos capas ó estratos vaporosos fuertemente electrizados, y apartados entre sí por una capa de aire aisladora y mala conductriz, ó bien por una sola nube separada de la superficie fuertemente electrizada de la tierra, se tendria la posibilidad de que la naturaleza prepare grandes aparatos condensadores, cuya descar-

ga lenta desarrollará influencias enérgicas, fáciles de debilitarse repentinamente conforme se pierda el exceso de electricidad, ya en las nubes inferiores y más próximas á los electrómetros, ó ya en estos mismos; pues trasladándose el exceso eléctrico á la nube superior, quedará inactiva para los efectos de la influencia la masa de los vapores inferiores, ó la superficie de la tierra, si esta fué la que primitivamente dió origen á las repulsiones de los electrómetros del aparato de Ronalds (1).

Algunos pueden asegurar que lo anteriormente expuesto no pasa de ser una hipótesis fundada en pocas observaciones y en la analogía, y que se corre el grave riesgo de resbalar cuando se quiere llegar á la generalizacion de un hecho. Si la generalizacion no fuese posible, lo anteriormente expuesto sostiene con mucha probabilidad la opinion de Franklin, de hallarse el flúido eléctrico en la nubes en un estado análogo al que presenta en la superficie de los conductores de nuestras máquinas; y además con las propiedades que le caracterizan en el estado latente, como en los condensadores, dispuesto á producir las explosiones de actividad más violenta.

Colladon he manifestado que agregó el galvanómetro á los elec-

---

(1) Mr. Crosse, observando cuidadosamente la influencia ejercida en el hilo esplorador y metálico de su aparato durante el paso de las nubes tempestuosas, explica la desaparicion de los signos eléctricos, y las exaltaciones sucesivas que se observan en el trascurso de una tempestad, por la constitucion de las nubes activas, causa y motivo de aquellos meteoros. Segun el referido físico, cuando se acerca una tempestad al alambre esplorador, la primera exaltacion observada en los aparatos electrométricos unidos con aquel, supone la influencia y paso de una zona atmosférica electrizada positiva ó negativamente, cuya anchura se reconoce por el momento en que los referidos aparatos se quedan quiescentes; se da, pues, lugar al reposo: pero muy pronto una nueva zona activa, y al parecer concéntrica con la que ya pasó, llega, y actúa sobre los alambres con doble ó triplicada energía, negativamente si la primera fué positiva, y vice-versa; á esta segunda se siguen otra y otras calmas y recíprocas exaltaciones de fuerza progresivamente crecientes, hasta que el núcleo y espacio central de la tempestad se corresponde verticalmente con los alambres de investigacion.

En el momento referido *las ventanas y vidrieras rechinan en sus marcos*, el rayo truena sin intervalos y con espantosa continuidad fuera de los edificios, mientras que por las inmediaciones de los electrómetros se sienten los ruidos compañeros del flúido que se escapa en susurrantes ráfagas por mil puntos, en chispas vi-

trómetros por repulsion en el aparato de Ronalds. Los resultados obtenidos con el galvanómetro durante las tempestades no han sido hasta hoy tan satisfactorios como se esperaba de la precision y sensibilidad de aquel instrumento; pero á pesar de las dificultades y de la inexactitud, los registros de la ciencia conservan suficiente número de hechos para asegurar que la electricidad de las nubes tempestuosas llega en ocasiones á la superficie de la tierra en estado dinámico, y con todos los caracteres que corresponden á las corrientes; estas en diferentes ocasiones se han establecido al parecer entre las dos esferas metálicas del deflagrador, ganando una longitud de 3 y 4 líneas francesas, con un diámetro aparente de 1 ó 2 milímetros, y cuya viveza é intensidad de luz en la corriente establecida á los 37 minutos despues de las 6 de la tarde del 15 de abril fué tan deslumbradora como la que se origina entre dos puntas de carbon cuando se comunican con una pila de Bunsen de doce pares en actividad. Aquella corriente permaneció en tal estado por 30 segundos, acompañándola un ruido sordo y débil muy difícil de definir.

La ciencia se me dirá que progresa con lentitud, tratándose de la

---

vísimas, ó por corrientes de fuego eléctrico que deslumbra la vista intranquila de los observadores.

Cuando el centro de la tempestad pasó, se repiten de nuevo las acciones interrumpidas de las zonas eléctricas concéntricas que se corresponden con las primeramente observadas, hasta finalizarse los fenómenos de las tempestades. Mr. Crosse, fundándose en las leyes de la electricidad por influencia, sostiene que en la superficie de la tierra, y conforme la tempestad se traslada de unos puntos á otras partes del espacio atmosférico, deberá existir un núcleo eléctrico de nombre opuesto que tambien se traslada, pero de energía igual y contraria, y que se corresponde con el de la atmósfera cruzada por la tempestad. El núcleo eléctrico terrestre está rodeado por zonas eléctricas y fajas quiescentes dispuestas simétricamente, aunque de signo contrario á las admitidas como constituyentes de las nubes tempestuosas. Mr. Weekes sostiene la misma opinion que Crosse, fundándose en las tempestades que estudió en 1840 y 41. En opinion de los dos observadores referidos, la tempestad consiste, en definitiva, en un conductor vaporoso flotante en medio de la atmósfera, con un centro fuertemente electrizado, y zonas concéntricas en las cuales decrece la intensidad eléctrica proporcionalmente á la distancia, y simultáneamente en el acúmulo y distribucion análoga de la electricidad en la superficie de nuestro globo, conforme las nubes de tempestad pasan.

electricidad atmosférica, que se halla rodeada por do quier de tantas dificultades. Este hecho es positivo; pero la meteorologia conmueve ya alguno de los pesados sillares del muro que la naturaleza se ha complacido en oponer á nuestros trabajos, y ay del dia en que uno de aquellos granitos salte de su lugar desquiciado por las palancas de la ciencia! porque entonces el horizonte que nos ciñe quedará aportillado; y si la actividad del espíritu como en otro tiempo y en igualdad de circunstancias, no recorre y gana con la velocidad del génio un largo rádio, posesionándose simultáneamente de una circunferencia y del inmenso terreno en ella contenido, en cambio la meteorologia actual, con un sólo paso que dé mas allá del punto donde se halla detenida, conseguirá la posesion de una faja ó corona que, rodeando al horizonte de hoy, equivaldrá en superficie á la contenida en aquellas circunferencias que recorrieron las grandes y primitivas lumbreras del saber.

Con razon podria asegurarse que el estudio físico de las tempestades en un lugar de la tierra es interesante, pero insuficiente para la determinacion de las leyes que rijen á la electricidad atmosférica tratándose de la totalidad de la atmósfera; cuestion que interesa á la física del globo, y que se halla iniciada en los registros de la meteorologia bajo las denominaciones de geografía de las tempestades, y distribucion de dichos meteoros en el trascurso de las estaciones anuales. Estos estudios se han procurado seguir estadísticamente por los recuerdos y las observaciones que, en tiempo de Plinio, dieron ya motivo para asegurar que en Egipto no tronaba, y con mucha posterioridad para afirmar el mismo hecho relativamente á las tierras bajas del Perú y á las regiones polares; observacion que podríamos referir en la península á la costa de Málaga, donde se dice (Martinez Montes, *Topografía de Málaga*), que en un período de nueve años no se han visto mas que tres tempestades.

En cambio de la falta absoluta ó casi absoluta de las nubes tempestuosas en las regiones referidas, la estadística de las tempestades tiene comprobada la existencia de una faja en las regiones ecuatoriales de la tierra, por la cual todo el año en alguno de sus puntos truena; mientras que en las regiones templadas aquellos meteoros se presentan

distribuidos en números muy diversos y durante las estaciones con suma irregularidad. Los datos que la meteorologia conserva, han demostrado que las tempestades en diferentes puntos de la tierra presentan, conforme llevo expuesto, diferencias é irregularidades; pero de nuestro pais apenas se hallan noticias sobre esta cuestion, que promete ser de grande interés en el porvenir. Sin embargo, habiendo recojido notas de 461 tempestades en la península desde 1737 á 1837, han resultado los referidos meteoros distribuidos mensual y estacionalmente con los números siguientes:

*Distribucion anual de las tempestades en España.*

| Meses. | Número mensual de las tempestades. | En el Invierno. | En la Primavera. | En el Verano. | En el Otoño. |
|---|---|---|---|---|---|
| Diciembre........ | 2 | | | | |
| Enero........... | 6 | 11 | | | |
| Febrero.......... | 3 | | | | |
| Marzo........... | 8 | | | | |
| Abril............ | 19 | | 75 | | |
| Mayo............ | 48 | | | | |
| Junio........... | 78 | | | | |
| Julio............ | 76 | | | 232 | |
| Agosto.......... | 78 | | | | |
| Setiembre........ | 99 | | | | |
| Octubre......... | 32 | | | | 143 |
| Noviembre....... | 12 | | | | |

El cuadro anterior puede servirnos para tener una idea aproximada de la atmósfera que cubre á la peninsula del S. O. de Europa, bajo el punto de vista de la electricidad tempestuosa; pero atendiendo á las numerosas lagunas que se hallan en los registros numéricos en el trascurso del siglo citado, creo más exacto el siguiente cuadro de

cantidades proporcionales, suponiendo fueron 1000 las tempestades que deben distribuirse.

| Meses. | Número mensual. | Invierno. | Primavera. | Verano. | Otoño. |
|---|---|---|---|---|---|
| Diciembre........ | 4,6 | | | | |
| Enero........... | 13,6 | 24,7 | | | |
| Febrero.......... | 6,5 | | | | |
| Marzo........... | 17,3 | | | | |
| Abril............ | 41,2 | | 162,6 | | |
| Mayo............ | 104,1 | | | | |
| Junio........... | 169,2 | | | | |
| Julio............ | 164,8 | | | 503,2 | |
| Agosto.......... | 169,2 | | | | |
| Setiembre........ | 214,7 | | | | |
| Octubre......... | 69,4 | | | | 310,1 |
| Noviembre....... | 26,0 | | | | |

No haremos un estudio detenido de los números anteriores, entre los cuales, y como datos en el primer cuadro, se halla un período en Barcelona de 19 dias seguidos de tempestad (setiembre de 1787); dos períodos tempestuosos en Madrid de 9 dias cada uno (abril y mayo de 1801); la notable tempestad en la costa de Cataluña, en la que cayeron trece rayos en Mataró (junio de 1827), y el período tempestuoso de tres dias de repetidas tronadas desde el Norte de Navarra hasta el Mediodía de la península en setiembre de 1829. Sobre lo que sí conviene fijar la atencion es sobre el mes de setiembre, en cuyo período el número de tempestades en España es bastante mayor que el anotado en cualquiera de los otros meses del año.

Con más cuidado se han recojido las observaciones en Madrid durante los diez años que median de 1838 á 1847, resultando distribuidas las 98 tempestades que pasaron en el trascurso de aquel tiempo en este punto del centro de España con los números siguientes:

| Meses. | Número mensual. | Invierno. | Primavera. | Verano. | Otoño. |
|---|---|---|---|---|---|
| Diciembre........ | 0 | | | | |
| Enero........... | 0 | 0 | | | |
| Febrero.......... | 0 | | | | |
| Marzo........... | 0 | | | | |
| Abril............ | 6 | | 22 | | |
| Mayo............ | 16 | | | | |
| Junio............ | 21 | | | | |
| Julio............ | 15 | | | 55 | |
| Agosto........... | 19 | | | | |
| Setiembre........ | 14 | | | | |
| Octubre.......... | 7 | | | | 21 |
| Noviembre....... | 0 | | | | |

Estos datos no son todavía exactos, porque en el centro de la península he observado el 4 de enero de 1849 una tempestad bien definida; pero en cambio se comprende que la ciencia se halla en el único camino de la exactitud respecto á la distribucion geográfica y anual de las tempestades eléctricas, cuestion que se presenta con un vivo y reciente interés, considerados aquellos meteoros como exaltaciones del flúido eléctrico en medio del espacio, desde que Mr. Quetelet observó en 1849 que el estado eléctrico del aire apareció irregular en Bruselas durante la permanencia de la última y temible epidemia que ha invadido á las naciones. Dichas anomalías é irregularidades se han notado tambien en Madrid en los meses de setiembre, octubre y noviembre de 1854. Pero las observaciones de Quetelet, segun Mr. Renou, serian suficientes por sí soals para recomendar eficazmente á la ciencia y á sus obreros las observaciones estadísticas y físicas de la electricidad atmosférica.

El número de tempestades que se han presentado en Madrid en 1854 fué de 15, mientras que en 1855 llegaron á contarse 25 de aque-

llos meteoros, número que podrá parecer excesivo respecto del centro de la península. Sin embargo, el año de 1801 se llegaron á contar en Madrid hasta 55 tempestades. Comparando los cuadros estadísticos de las nubes tempestuosas en el Norte y Sur de la divisoria entre el Duero y Tajo, todas las conjeturas hacen creer que aquellos fenómenos se aumentan por las orillas del Duero, donde se ha hallado por término medio de las tempestades, en los cuatro años de 1849 al 1852, el número 15, mientras que en 1855 se contaron 38. Comparando las orillas del Duero con la costa Cantábrica, y fundándonos en los datos recojidos en Santiago, Oviedo y Vergara, han resultado 47 tempestades por aquella costa en el trascurso de 1855; de donde al parecer se infiere, que las tempestades en la península se aumentan en número desde Mediodía hácia el Norte. Para probar lo expuesto anteriormente pueden servirnos los cuadros tempestuosos y estadísticos siguientes:

*Tempestades en Madrid.*

| Meses. | 1854. | | 1855. | |
|---|---|---|---|---|
| Enero | » | » | » | » |
| Febrero | » | | » | |
| Marzo | » | | » | |
| Abril | » | 2 | 4 | 5 |
| Mayo | 2 | | 1 | |
| Junio | 3 | | 2 | |
| Julio | 2 | 8 | 1 | 9 |
| Agosto | 3 | | 6 | |
| Setiembre | 4 | | 9 | |
| Octubre | 1 | 5 | 2 | 12 |
| Noviembre | » | | 1 | |
| Diciembre | » | » | » | |

*Tempestades en la cuenca del Duero.*

| VALLADOLID. | 1849. | 1850. | 1851. | 1852. | 1855. |
|---|---|---|---|---|---|
| Enero........... | 1 | » | » | » | » |
| Febrero.......... | » | » | » | » | » |
| Marzo............ | » | » | » | » | » |
| Abril............ | 1 | 1 | 1 | » | » |
| Mayo............. | 2 | 2 | 2 | 7 | 8 |
| Junio............ | 2 | 7 | 7 | 1 | 10 |
| Julio............ | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 |
| Agosto........... | 1 | » | » | 3 | 3 |
| Setiembre........ | 5 | 2 | 1 | 5 | 12 |
| Octubre.......... | » | » | » | 1 | 1 |
| Noviembre....... | » | » | » | » | » |
| Diciembre........ | » | » | » | » | » |

*Tempestades en la region Cantábrica durante* 1855.

| SANTIAGO. | | OVIEDO. | | VERGARA. | | Número total de tempestades. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Enero........ | 1 | Enero........ | » | Enero........ | » | 1 |
| Febrero...... | 2 | Febrero...... | » | Febrero...... | » | 2 |
| Marzo........ | 3 | Marzo........ | » | Marzo........ | » | 3 |
| Abril........ | 2 | Abril........ | 1 | Abril........ | 1 | 4 |
| Mayo......... | 1 | Mayo......... | 1 | Mayo......... | 2 | 4 |
| Junio........ | » | Junio........ | » | Junio........ | 1 | 1 |
| Julio........ | » | Julio........ | » | Julio........ | 1 | 1 |
| Agosto....... | » | Agosto....... | 3 | Agosto....... | 5 | 8 |
| Setiembre.... | 3 | Setiembre.... | 1 | Setiembre.... | 12 | 16 |
| Octubre...... | 2 | Octubre...... | 4 | Octubre...... | 1 | 7 |
| Noviembre... | » | Noviembre... | » | Noviembre... | » | » |
| Diciembre... | » | Diciembre.... | » | Diciembre.... | » | » |

Las nubes tempestuosas no sólo se han estudiado por su número con relacion á la geografía de los lugares, sino tambien por su direccion en el espacio con relacion á la topografía. Esta nueva cuestion meteorológica la iniciaron Saussure observando la permanencia de aquellas nubes en las cimas de los Alpes, Mr. Arago citando el sitio de Tumba, Barreto en Nueva-Granada y las lomas de Pitago, en las inmediaciones de Popayan, lugares célebres, segun los viajeros, por los numerosos y frecuentes rayos que cruzan la atmósfera de las localidades citadas. Entre otros muchos que han notado en diversas localidades la direccion, ó sea el camino más frecuentado por las nubes de tempestad, Kaemtz dice que desde Rigi se ven marchar con mucha frecuencia hácia el Norte las citadas nubes, pasando sobre el monte Pilatos. En Madrid se observa que las tempestades aparecen regularmente en el S. E., extendiéndose prontamente y ganando en la apariencia las orillas del Tajo, mientras la lluvia se precipita en turbion por las confluencias del Jarama y el Henares, de aquel y del Tajuña, y sobre el primer rio citado. Trascurrido algun tiempo, las nubes de tempestad se aproximan á los cerros de Vallecas, de los Angeles y de las Alcantueñas, girando al parecer por las cuencas del Guadarrama y del Alberche. En algunas tempestades he observado que la intensidad de la influencia eléctrica de aquellas nubes y su energía, se aumentan cuando demoran al N. O., ó hallándose situadas en el espacio que media desde Madrid á los cerros de Sietepicos, la Maliciosa y Cabezas de Hierro, que en el horizonte son los más culminantes de la cordillera próxima.

El estudio del camino más frecuentado por las tempestades se comprende que se principia hoy; pero prometiendo grande interés por hallarse íntimamente enlazado con el relieve y formas topográficas, y tal vez con la composicion geológica y cultivos de las diversas localidades. Además, con esta clase de datos, cuando sean numerosos y estén exactamente recojidos, por lo ménos se estrecharán las distancias, aclarándose las relaciones que existen entre el aire movible y ajitado violentamente por la electricidad de las nubes, y la tierra invariable con sus formas de valles, llanuras y montañas accidentadas hasta lo in-

finito. Se me dirá con Kaemtz, que la electricidad de las tempestades, á pesar de todos los esfuerzos, se halla, como estudio, envuelto por la oscuridad. Podrá repetirse con Renou, que aun cuando los resultados hasta aquí obtenidos sobre la electricidad atmosférica son muy importantes, el conocimiento de ella se encuentra todavía en la infancia. Algunos asegurarán, con fundado motivo, que las nubes tempestuosas como fenómeno meteorológico, se han burlado hasta hoy de la destreza, de la paciencia y del peligro de los observadores. Pero la ciencia y la vida, que se hallan íntimamente unidas sosteniéndose recíprocamente, principian su camino, la primera para ganar la meta del trabajo, trascurriendo y pasando la segunda sin temor, cuando se la defiende lealmente y con el estudio (1).

Por la razon anterior, y suponiendo que los trabajos meteorológicos de la actualidad tan sólo preparen un porvenir más feliz, no creo existe derecho para negar un lugar en las ciencias físicas á los estudios importantes que se han verificado sobre la tempestad por diferentes y apartados observadores. De aquella quedan por colmar lagunas no pequeñas, como lo es el conocimiento de la constitucion íntima de las nubes activas por su electricidad, que se halla casi desconocida, y como lo será por algun tiempo la causa verdadera de los zig-zags que señala el rayo simple en su camino, por cuyo motivo algunos han creido ilusorias las líneas con retrocesos por ángulos agudos que aquellos meteoros trazan en el espacio, y sin temer á las tintas de dudoso color

---

(1) Las observaciones de la electricidad atmosférica que en la actualidad y continuadamente se verifican por Luigi Palmieri en las inmediaciones del Vesuvio, han dado motivo suficiente para que el Sr. G. Pegado escribiese:

Senti muitas vezes forte emoçao ao imaginar-vos perto do incendio, o vosso Observatorio banhado pelas lavas, as cinzas ainda quentes vindo depositar-se por si mesmas no prato do conductor movel da vossa *Camerella electrica* á 610 metros acima do nivel do mar no *Ermo do Salvator*, em un Observatorio

«Unico nel suo genere in tutto il mondo.»

Sabendo pelos vossos apparelhos electricos, que á 30 é 60 milhas de vós *já os ceos estao turbados, quando ó vosso ainda está claro é tranquilo;* é pelos vossos instrumentos magneticos *esperando com anticipaçao de dias*, con fervor é animo, as erupçoes é as chammas do Vesuvio.=Outubro de 1857, carta á L. Palmieri.

que arrojaron con su aserto sobre la exactitud de las observaciones astronómicas, refieren los zig-zags del rayo á las refracciones irregulares que sufren los haces luminosos al través de las nubes, y de las masas diferentes de vapores flotantes en la atmósfera (Logan). Segun Mr. Arago, los astrónomos no tienen derecho á rebatir tan extraña y bizarra opinion, puesto que aquellos observan mil veces á los astros al través de los vapores y de las nubes, sin hallarlos segun sus tablas 1 segundo más altos que al través de la atmósfera despejada y serena en todo el horizonte.

La *bifurcacion*, triseccion y multiplicacion del rayo, y su motivo ó causa física hasta constituir la descarga en manojo, ó centella de la generalidad, y el globo de fuego, son otros problemas de los más difíciles que se presentan en el estudio de las tempestades, si bien por los esfuerzos de Snow Harris se han recojido datos para resolverlos por analogía con las descargas eléctricas deliberadamente producidas en nuestras máquinas. La enumeracion de las dificultades hasta hoy invencibles de explicar en el meteoro de la tempestad, pudiéramos aumentarla; pero el estudio de la electricidad atmosférica se presenta todavía positivo con relacion á otros fenómenos meteorológicos de que me ocuparé.

## III.

Además de las nubes de tempestad declarada, existen otras que se resuelven en turbiones ó lluvias, constituidas por gotas de mucho volúmen. Cuando se observan estas por medio del aparato fijo de Crosse ó por el de Ronalds, dan señales ostensibles de la energía que posee la electricidad en medio de las citadas nubes. Sin referirse á observaciones muy antiguas, Mr. Arago cita dos verificadas por Bergman, de las cuales resulta que este último notó lluvias sin relámpagos ni truenos, cuyas gotas al tocar en los cuerpos los daban la facultad de escintilar, apareciendo la superficie de la tierra durante aquellas lluvias semejante á un mar inflamado. Mr. Arago aventuró la conjetura de que tal vez las regiones septentrionales de la tierra eran las

más á propósito para originar las lluvias luminosas, sin caer acompañadas de los fenómenos característicos de la tempestad. Pero la conjetura anterior no se puede aceptar como fundada, una vez verificados los estudios de la electricidad en las lluvias de turbion que corresponden á las latitudes bajas. El número anual de aquellos meteoros en Madrid en el trascurso de 1854 y 55 se hallará en los dos cuadros siguientes: advirtiéndose que en todos ellos se originaron exaltaciones eléctricas comparables, tan sólo por sus efectos, á las que se observan en el trascurso de algunas tempestades.

*Distribucion mensual de las lluvias aturbonadas en Madrid en* 1854.

| Meses. | Número mensual. | Primavera. | Verano. | Otoño. |
|---|---|---|---|---|
| Enero........... | » | | | |
| Febrero.......... | » | | | |
| Marzo........... | » | | | |
| Abril............ | 6 | 11 | | |
| Mayo............ | 5 | | | |
| Junio............ | 5 | | | |
| Julio............ | 1 | | 6 | |
| Agosto........... | » | | | |
| Setiembre........ | 1 | | | |
| Octubre.......... | 2 | | | 4 |
| Noviembre....... | 1 | | | |
| Diciembre....... | » | | | |

*Distribucion de las lluvias aturbonadas en Madrid en* 1855.

| Meses. | Número mensual. | Invierno. | Primavera. | Verano. | Otoño. |
|---|---|---|---|---|---|
| Enero | » | 4 | | | |
| Febrero | 4 | | | | |
| Marzo | 1 | | 6 | | |
| Abril | 2 | | | | |
| Mayo | 3 | | | | |
| Junio | » | | | 1 | |
| Julio | » | | | | |
| Agosto | 1 | | | | |
| Setiembre | 3 | | | | 6 |
| Octubre | 3 | | | | |
| Noviembre | » | | | | |
| Diciembre | 1 | 1 | | | |

Las nubes que dieron origen á las lluvias anteriores se acercaron al conductor de Ronalds en la apariencia bajas, precedidas de ráfagas de viento velocísimo, y cayendo las primeras gotas del turbion con notable oblicuidad. Conforme la lluvia arrecia, la direccion de las gotas se aproxima á ser perpendicular, sucediéndose los bufidos ó ráfagas interrumpidas por calmas en el aire, que envuelve al parecer con sus movimientos á la nube electrizada.

Uno de los turbiones que originaron signos eléctricos de notable energía cuando sus gotas chocaron con el conductor de Ronalds, fué el que cayó en Madrid el 1.° de mayo de 1854, el cual á la vez presentó la irregularidad de dos exaltaciones eléctricas en el trascurso de la lluvia; notándose por otra parte la rapidez con que se desarrollaron y desaparecieron los fenómenos eléctricos al principiarse y concluirse dicho meteoro. Para comprobar que en Madrid pueden pasar los mismos fenómenos que observó en 1772 el abate Bertolon en una lluvia y granizo tempestuoso, cuya caida y contacto con las piezas metálicas

de la silla del caballo que el citado abate montaba dieron origen á chispas muy vivas, presentaré el conjunto de observaciones verificadas durante las siguientes lluvias de turbion.

*Turbion del* 1.° *de mayo de* 1854.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. | | | | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| | N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | |
| 3h10′ | 70° | » | » | » | Cúmulis densos aproximándose al conductor á las 3 y 10′, llegando del O. S. O. nimbus en el zenit á las 3 y 19′. Goterones, y ráfagas fuertes de viento á la misma hora y 20′, y lluvia aturbonada posteriormente hasta los 35′, en cuyo momento cesó el viento y la lluvia, para reproducirse esta última á las 4 y 20′ de la tarde, continuando hasta pasadas las 5. |
| 12 | » | 200° | » | » | |
| 15 | » | » | 40 | » | |
| 16 | » | » | 40 | » | |
| 17 | » | » | 50 | 4 | |
| 18 | » | » | 50 | » | |
| 19 | » | » | 60 | » | |
| 20 | » | » | 68 | » | |
| 21 | » | » | 60 | 7½ | |
| 22 | » | » | 60 á 80 | 8½ | |
| 23 | » | » | 6 á 8 | » | |
| 25 | » | » | 42 | » | |
| 26 | » | » | 30 | » | |
| 30 | » | » | 2 | » | |
| 35 | 14 | » | » | » | |
| 4 6 | » | 80 | » | » | |
| 10 | » | » | 6 | » | |
| 15 | » | » | » | » | |
| 18 | » | » | 42 | » | |
| 20 | » | » | 46 | » | |
| 25 | » | » | 20 | » | |
| 30 | » | » | 38 | » | |
| 35 | » | » | 40 | » | |
| 36 | » | » | 12 | » | |
| 40 | » | » | 8 | » | |
| 45 | » | » | 16 | » | |
| 52 | » | » | 36 | » | |
| 53 | » | » | 44 á 46 | » | |
| 54 | » | » | 46 á 48 | » | |
| 5 0 | » | » | 40 á 48 | 4½ | |
| 2 | » | » | 40 á 46 | » | |
| 3 | 0 | » | » | » | |

Tan notable como la lluvia aturbonada anterior, por la distancia esplosiva á que saltaron las chispas eléctricas entre las bolas del deflagrador, fué la del 9 de mayo del mismo año, hallándose comprendidas las observaciones de esta última desde la $1^h$ y $0'$ de la tarde á la $1^h$ y $29'$ en el siguiente cuadro; advirtiéndose en esta como en la primera la misma rapidez en desaparecer los signos de la electricidad desde el momento en que la nube pasó.

*Turbion del* 9 *de mayo de* 1854.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. | | | | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| | N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | |
| $1^h$ $0'$ | 6 | » | » | » | Grandes cúmulis y nimbus en las inmediaciones del conductor, pasando muy bajos ó próximos á la superficie de la tierra, con lluvia de turbion. |
| 10 | 20 | » | » | » | |
| 11 | » | 70 | » | » | |
| 13 | » | » | 30° | 1½ | |
| 14 | » | » | 45 | » | |
| 15 | » | » | 52 | » | |
| 16 | » | » | 60 á 65 | 7,0 | |
| 20 | » | » | 20 | 5 | |
| 21 | » | » | 32 | » | |
| 22 | » | » | 35 | » | |
| 25 | » | » | 24 | » | |
| 28 | » | » | 22 | » | |
| 29 | » | » | 4 | ½ | |

Pero entre las lluvias aturbonadas, sólo en la del 7 de setiembre de 1855 he observado el fenómeno de la divergencia de las chispas ó tendencia á la formacion de manojo divergente, en las que saltaron entre las esferas del deflagrador; fenómeno á mi juicio que presenta algun interés, porque segun Snow Harris, las chispas eléctricas en forma de manojo constituyen el paso intermedio de los zig-zags al globo de fuego. En este, la materia eléctrica se condensa y acumula en masas que se mueven con lentitud ó con rapidez, subdividiéndose en

ocasiones hasta desaparecer con explosion y el incendio, ó espontáneamente por caminos desconocidos. Como ejemplo cita Becquerel el meteoro eléctrico que cayó en el palacio de Madrid poco tiempo despues de la llegada de D. Felipe V, diciendo que las personas reunidas en la capilla real vieron penetrar dos bolas de fuego, una de las cuales se dividió en muchas que rebotaron diferentes veces como balas elásticas antes de desaparecer. Mientras el fenómeno eléctrico anterior se disipó inofensivamente, no acaeció lo mismo con el globo de fuego que, segun los observadores, descendió sobre la torre de Canillejas, en las inmediaciones de Guadalajara, en uno de los últimos años, el cual dió por resultado el incendio y la desgracia.

Las observaciones verificadas sobre la electricidad de la lluvia aturbonada durante el 7 de setiembre de 1855 son las siguientes:

*Turbion del 7 de setiembre de* 1855.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.º 1 | N.º 2.º | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| $5^h$ 30′ | » | » | » | » | Tempestad á las 5 de la mañana; viento con ráfagas muy fuertes á las 6 de la mañana. Chispas muy vivas, terminándose en cono divergente y como irradiándose una parte de la electricidad desde la bola superior del deflagrador, durante cuyo tiempo el conductor se halló envuelto por lluvia densa de turbion. A las 6 y 20′, y arreciando el viento y la lluvia, penetró el agua hasta correr por el pié aislador. A las 7 y 51′, momento en que todavía duraba el temporal, volvió á correr el agua por el pié del aparato. |
| 38 | » | » | » | » | |
| 50 | » | » | 38 | 21 | |
| 55 | » | » | 32 | » | |
| 6 0 | » | » | 36 | » | |
| 3 | » | » | 40 | 4 | |
| 5 | » | » | 40 | » | |
| 10 | | · | 20 | » | |
| 12 | » | » | 2 | » | |
| 14 | 2,0 | » | » | » | |
| 15 | » | » | 28 á 32 | » | |
| 20 | » | » | » | » | |
| 7 20 | » | » | 30 | » | |
| 45 | » | » | 32 | » | |
| 50 | » | » | 6 | » | |
| 51 | » | » | 0 | » | |

Las lluvias aturbonadas que se observaron en Madrid por medio del aparato de Bonalds en el trascurso de los años de 1854 y 1855, originaron signos bien marcados de electricidad; pero los grandes turbiones en la península corresponden á las costas del Mediterráneo, y á las pendientes rápidas que desde la cima de la cordillera Cantábrica se desarrollan hasta tocar en las aguas del golfo inmediato; y si los cálculos que se atribuyen á Faraday son exactos, cuando aquel halló que en un grano de agua se contenia tanta electricidad como la que se necesita para un relámpago ordinario, la imaginacion se pierde, no sólo por el número de las tempestades eléctricas silenciosamente suspendidas en las gotas del rocío que como trasparentes y diáfanas perlas cantó la égloga de todos los tiempos y naciones, sino que el alma se sorprende con el supuesto de Faraday, y por los fenómenos eléctricos

que se hubieran podido observar durante las lluvias del 14 de setiembre de 1850 en la costa de Cataluña, en una parte de la de Valencia y por las Islas Baleares.

De aquel turbion, que en breves horas dejó caer 115$^{mm}$ de agua en Barcelona (Sr. D. Pablo Presas), mientras que en Palma de Mallorca se midieron 150$^{mm}$ de lluvia, el estudio de la electricidad atmosférica sacará poco partido, aunque las inundaciones se siguieron á dicho meteoro, y la muerte y la desgracia asaltaron en medio de los torrentes desbordados. En los páramos del centro de la península se notó relampagueo vivo en la noche del 14 de aquel setiembre, en direccion de la costa mediterránea, como señal eléctrica del turbion deshecho, formándose trombas el 16 de dicho mes sobre la misma costa. Este último meteoro, segun Peltyer, reconoce entre otras por causa física á la electricidad acumulada con exceso en los vapores y nubes flotantes en medio del espacio.

Si por un momento se supone que los signos eléctricos de las lluvias aturbonadas guardan alguna relacion con el volúmen de las gotas y con la cantidad enorme de vapores que se condensan para dar orígen á uno de aquellos meteoros, es probable que el conductor de Ronalds hubiera dado indicaciones muy notables, colocado en medio del turbion deshecho que cayó en las inmediaciones de Lorca el 30 de abril de 1802, rompiéndose el célebre pantano; ó de las lluvias del 25 de febrero de 1788 en Castilla, motivo de espantosas avenidas; ó bien en medio de uno de los dos meteoros cuya causa se cree desconocida en el valle de Toranzo (Santander), pero que originaron durante el siglo pasado las dos inundaciones que todavía se recuerdan en aquella tierra con asombro y temor, porque dicen se vieron despeñarse las aguas y correr en raudales, hasta los peñascos. En definitiva, el mismo aparato que nos ha servido para las observaciones eléctricas en las lluvias aturbonadas y tempestuosas, si le suponemos bajo la influencia de las que han caido de 1380 á 1846 por las faldas de las peñas Gorbea, Orduña y las inmediatas, dándose lugar á las 51 avenidas mayores de la ria de Bilbao; con probabilidad aquel conductor hubiera presentado, en medio de alguna de aquellas antiguas lluvias, una cantidad tan grande de elec-

tricidad, que el menor contacto con él, segun dice Crosse, tal vez originase instantáneamente la muerte.

Pero abandonando las hipótesis, las nubes de que proceden las lluvias aturbonadas presentan, además de los signos de la electricidad que llevamos anteriormente referidos, algunos propios y característicos, por los cuales se las puede reconocer en el centro de la península. Aquellas generalmente aparecen aisladas en un punto del horizonte, con colorido oscuro y con un aspecto ahilado ó en hebras verticales, que contrastan por sus tintas con la serenidad y estado despejado en lo restante del espacio atmosférico. Los movimientos de traslacion de aquellas nubes son lentos cuando se las observa á larga distancia. Por el contrario, estando próximas se parecen á una niebla densa que rodase con alguna velocidad rasando la superficie de la tierra. Las lluvias aturbonadas caen precedidas de calma en la atmósfera, y de un ruido debil pero bien marcado, que producen en las alturas los encontrados vientos precursores del turbion, con cuyo ruido se ven temblar agitándose las hojas y ondulando los quebradizos ramos de algunas plantas; cuando en otras próximas todo permanece indiferente, á pesar del aspecto, no temible para el hombre pero sí triste, de la nube que se acerca. Las primeras ráfagas corren muy pronto, y entonces se aumenta la agitacion en las copas de los boscajes, y el ruido del viento se acrece con el que resulta del choque entre las hojas, los tallos y las ramas; y por la flexion y crujiente deflexion de las maderas en los troncos y ramos de los árboles. Muchas veces he observado que las copas de algunos olivos, como buscando un apoyo en el aire de su derredor contra el próximo turbion, giran sobre los ejes de sus troncos al sentirse sacudidas por las primeras ráfagas; mientras que en los campos las gráciles y amontonadas cañas de las gramíneas ondulan en direccion diferente, contribuyendo con su óbolo de ruido al acrecentamiento del que, extraño é indefinible, es precursor y compañero del turbion en su caida.

El temor pasajero, pero no por pasajero ménos cierto, asalta á la generalidad de los séres animales domesticados, algunos minutos antes de las primeras gotas de las lluvias aturbonadas; observándose en estas lo mismo que Plinio indicó como señal precursora de las tempestades,

diciendo *formicæ concursantes aut ova progerentes:* y La Cepede asegurando, que en ninguna ocasion los insectos se mueven con más agilidad, nunca susurran ni pican con tanta energía, ni vuelan, ni se mecen columpiándose en el aire con tanta movilidad como en el momento en que se acercan las nubes cargadas de mucho flúido eléctrico.

M. Muray sostiene que la araña aeronáutica posee la facultad de tender sus hilos, impeliéndolos con energía en todas direcciones por medio de la electricidad del aire atmosférico. Este flúido, en la opinion de aquel físico, entra como elemento indispensable en la arquitectura y construcciones finalizadas por algunos insectos, dificilísimas de estudiar á pesar de los trabajos de Rennie. Que la electricidad de la atmósfera tiene influencia en aquellas obras de arquitectura, es un hecho comprobado para quien observa el temblor y la agitacion con que se mecen en las inmediaciones del conductor de Ronalds variedades de aracnideas, cuya clasificacion me es desconocida, pero ágiles cuando las nubes de turbion se acercan al referido aparato, las he visto tender sus hilos con rapidez casi instantánea, para colocarse á distancias variables del conductor electrizado; no faltando ocasion en que uno de aquellos seres fué muerto y proyectado á larga distancia desde la esfera en que se termina el pié del electrómetro de cuadrante, por el choque y reaccion de una chispa que saltó en el deflagrador.

A las primeras gotas de los turbiones se siguen generalmente ráfagas continuadas de viento, arreciando la lluvia hasta convertirse en turbion deshecho; con la circunstancia de continuar la nube su camino, dejando caer el agua en una faja estrecha de terreno, lo cual se reconoce no sólo directamente, sino observando que los rayos del sol iluminan los cerros y las montañas distantes; y por la aparente quietud de las nubes que ocupan puntos diversos del espacio de aquel en que se supone residiendo á la nube de turbion.

Otro fenómeno interesante de las lluvias aturbonadas se puede deducir por los siguientes datos, de los cuales resulta que el viento en ráfagas durante aquellos meteoros gira, á lo menos en Madrid, por uno, dos y hasta por tres cuadrantes; habiendo principiado las ráfagas durante los 58 turbiones que llevo observados, siete veces en el primer

cuadrante, seis veces en el segundo, veintidos veces en el tercero, y rara vez en el cuarto. La rotacion sucesiva ó la tendencia á girar el viento hácia la derecha durante los turbiones, si como se ha notado en esta localidad de España se comprobase en otros puntos, serviria de sosten á la definicion de los conos trómbicos que dió Eeles (Transacciones filosóficas, año 1755); explicándose en parte el dibujo de las trombas del 27 de junio de 1827 en Sicilia, segun las observó Mazara y litografió Engelman, y no para acusar de poéticas y extremadas las descripciones antiguas de las verdaderas trombas como sostiene Eeles, sino para tener en cuenta los hechos siguientes, al establecer la teoría científica de los meteoros de que se ocupó Peltyer.

*Cambio de direccion del viento en los turbiones durante* 1854. *Madrid.*

| Fechas. | VIENTO al principiar el turbion. | Variacion del viento valorada en cuadrantes. | Indicaciones segun el anemómetro de Newman. |
|---|---|---|---|
| Abril.. 19 | S. S. E. | 1 | Ráfagas continuadas girando el viento hácia la derecha. |
| Id.... 21 | S. O. | » | Id. continuadas y tendencia á girar, primero hácia la derecha y despues hácia la izquierda. |
| Id.... 22 | O. | » | Id. continuadísimas, en alguna de las cuales el anemómetro giró hácia la derecha. |
| Id.... 24 | N. E. | ½ | Tendencia á girar el viento hácia la derecha. |
| Id.... 30 | S. | 1 | Ráfagas continuadas á la una, girando el viento hácia la derecha. |
| Mayo. 1.° | S. O. | » | Tendencia apenas sensible del viento á girar hácia la derecha. |
| Id.... 5 | N. O. | » | Ráfagas muy frecuentes de viento insistiendo en una misma direccion. |
| Id.... 9 | O. | 1 | Variaciones sucesivas girando el viento hácia la derecha. |
| Id.... 18 | N. E. | » | Ráfagas repetidas con tendencia á girar el viento hácia la derecha. |
| Id.... 19 | O.N.O. | 1½ | Cambios sucesivos en la direccion del viento girando hácia la izquierda. |
| Junio. 1.° | S. | 1 | Ráfagas continuadas girando el viento hácia la derecha. |
| Id.... 5 | Id. | » | Tendencia á girar hácia la derecha por ráfagas repetidas. |
| Id.... 6 | Id. | » | Poca variacion en la direccion del viento. |
| Id.... 7 | N. E. | 2½ | Variaciones cortas y sucesivas en la direccion del viento girando á la derecha. |
| Id.... 17 | S. O. | 1 | Pequeñas ráfagas girando el viento hácia la derecha. |
| Julio.. 1.° | E. S. O. | 2 | Giró el viento por la derecha, con dos ráfagas y variaciones frecuentes. |
| Set... 29 | S. E. | 3 | Giró el viento por la derecha. |
| Oct... 1.° | S. | 4 | Giró el viento hácia la izquierda; posteriormente por 4 cuadrantes á la derecha. |
| Id.... 8 | S. S. E. | 3 | Ráfagas vivas y frecuentes girando el viento por la derecha. |
| Nov... 10 | N. N. E. | » | Id. continuadas y de escasa amplitud. |

*Cambio de direccion del viento en los turbiones durante* 1855.

| Fechas. | Viento al principiar el turbion. | Variacion del viento valorada en cuadrantes. | Indicaciones segun el anemómetro de Newman. |
|---|---|---|---|
| Feb... 6 | O.S.O. | 1 | Ráfagas muy frecuentes girando el viento por la derecha. |
| Id.... 16 | N.E. | 3 | Id. continuadas girando el viento hácia la derecha. |
| Id.... 18 | S. O. | » | Id. continuadísimas insistiendo casi sobre un mismo punto de la roca. |
| Id.... 19 | S. O. | » | Tendencia á girar hácia la izquierda. |
| Marzo. 3 | O.N.O. | » | Ráfagas frecuentes con poca variacion. |
| Abril.. 20 | S. S. E. | » | Tendencia poco perceptible á girar hácia la izquierda. |
| Id.... 21 | E.N.E. | » | Id. á girar hácia la izquierda poco marcada. |
| Mayo.. 2 | S. E. | 2 | Giró el viento hácia la derecha durante el turbion de por la mañana. |
| Id.... 3 | S. S. O. | $1\frac{1}{2}$ | Ráfagas continuadísimas girando el viento por la derecha. |
| Id.... 16 | S. O. | 1 | Id. frecuentes girando el viento hácia la derecha. |
| Agosto. 18 | S. S. O. | » | Variacion apenas sensible en la direccion del viento. |
| Set... 7 | S. S. O. | 1 | Girando el viento hácia la derecha. |
| Id.... 24 | S.N. E. | » | Invariable la direccion del viento. |
| Id.... 29 | S. S. O. | 1 | Cambios frecuentes y giro del viento hácia la derecha. |
| Oct... 6 | S. O. | $\frac{1}{2}$ | Giró el viento hácia la derecha. |
| Id.... 18 | Id. | 2 | Variacion y giro del viento hácia la derecha. |
| Id.... 21 | Id. | 2 | Ráfagas frecuentísimas y continuadas, girando el anemómetro á la derecha. |
| Dic... 19 | Id. | » | Id. continuadísimas, y tendencia á girar el anemómetro hácia la derecha. |

Antes de resumir los fenómenos meteorológicos observados durante los turbiones, conviene tener presente la division de las nubes que propuso Peltyer, fundándose en las fuerzas y facultades eléctricas que corresponden á las masas vaporosas flotantes en medio del espacio. En la primera variedad de nubes, aquel físico comprende á las que han perdido mucha parte de su electricidad en medio de la atmósfera húmeda que las sostiene. Estas no toman parte en los meteoros destructores, obedecen á los vientos que las hacen viajar, y bajo la influencia de los cambios de temperatura, ya se resuelven en lluvia, ó bien desaparecen por la difusion y la expansion de los vapores, cuando actúan en ellos los rayos directos del sol. Todo es pasivo en esta variedad de nubes; por consecuencia sin facultades activas é individuales, existen en la atmósfera para ser anotadas en los registros meteorológicos. Las nubes de la segunda variedad son todas aquellas que están sobrecargadas de electricidad, constituyéndolas este flúido en masas meteóricas, que como centros activos é individuales, y sin obedecer á la accion simplemente mecánica de los vientos, atraen y repelen al aire que las envuelve, á los vapores que las limitan, y á las nubes distantes cuando estas se hallan dentro de la esfera de actividad que corresponde al núcleo de los vapores electrizados: tambien atraen al flúido contrario de alguno de los cuerpos distantes, y descomponen por su influencia la electricidad quiescente ó en estado neutral de otros. Cuando las fuerzas activas de la segunda variedad de nubes concurren en medio del espacio con otras fuerzas meteóricas, los efectos se aumentan y modifican, originándose muchos de los fenómenos que mil veces sorprenden con su aparicion.

Clasificadas las nubes por la electricidad que poseen, y recordando lo que llevo expuesto de aquellas que originan los turbiones en el centro de España, se resumen fácilmente los caracteres físicos que se distinguen en estas últimas. 1.° Están formadas de vapores densos y opacos, que generalmente ocupan un espacio limitado. 2.° Toda la masa de la nube de turbion se traslada con lentitud de unos á otros puntos, siguiendo en su camino la direccion de los valles y cuencas de los rios. 3.° Cuando los vapores se resuelven en lluvia aturbo-

nada, lo hacen descendiendo los goterones en fajas de terreno cuya anchura no pasa en ocasiones de algunos cientos de varas. 4.° El aspecto de las nubes de turbion cuando se acercan, es semejante al de las nieblas; pero la semejanza es mayor comparándolas á humo vaporoso y denso que mediase entre las nubes y la superficie de la tierra. 5.° La atmósfera antes de la llegada del turbion aparece con frecuencia en calma. 6.° A la calma, precursora de muchas lluvias aturbonadas, se siguen ráfagas vivas y frecuentes, con ruido estridente y desconocido, interrumpidas por breves momentos y girando el viento, ó con tendencia sucesiva y gradual á girar por la derecha en derredor de la nube donde se condensan los vapores. 7.° La cantidad de agua que se precipita durante los turbiones en España ha sido muchas veces suficiente para desbordar los torrentes y los rios, originándose en las llanuras pérdidas y desgracias de consideracion, tanto más sensibles cuanto que han llegado imprevistas, y sin que se notasen en el horizonte señales ostensibles de las lluvias, precursoras de las ondas que pasaron arrastrando revueltas cuantas riquezas el hombre posee, y embravecidas con los gritos de la desgracia.

Tales son los caracteres exteriores y físicos que corresponden á las nubes que originan las lluvias aturbonadas: al parecer tienen alguna semejanza, si bien el grado de exaltacion de las causas que las producen es infinitamente menor, con las tormentas excesivas de la Isla Española é Indias, que no son otra cosa, segun Oviedo (*Historia natural de las Indias*), sino grandísimo viento y excesiva lluvia todo junto, ó cualquier cosa de estas de por sí. Tormentas en las cuales, segun aquel historiador del siglo XVI, los vientos giraban hácia la derecha (1), aproximándose con aspecto muy tempestuoso en el

(1) Viento tormentoso y bravo, que en 9 de agosto de 1545 por la tarde principió á correr sobre la Isla Española, del Norte ó parte septentrional, é de allí se mudó al Noreste, é deste saltó al Este ó parte oriental, é cuando amaneció el lunes 10 saltó el viento en el Sudeste, é dió con las naos y navíos al través..... é despues esforzándose mas el viento pasóse al Sur ó parte austral de Mediodía, y entonces (serian las 7 de

horizonte (1) de aquella tierra tantas veces devastada por el huracán.

La anchura que ocupaban las tormentas que describe Oviedo no pasó muchas veces de uno á dos tiros de ballesta; dejando abiertas sendas estrechas por las cuales emprendian los españoles sus viajes de exploracion, evitando en aquellos solitarios y embarazados caminos que preparaban las tormentas, las sospechas de los enemigos y los peligros de no saber la tierra (2).

Segun las descripciones de Oviedo, podríamos suponer que duran-

---

la mañana) con tanta furia que muchos ánimos decayeron..... y en solo las puertas é ventanas que en esta ciudad (Santo Domingo) el viento hizo pedazos en todo ó en parte dellas no se podia restaurar sin mucha suma de pesos de oro. Mientras que en la tormenta del 8 de setiembre de aquel año fue de menos viento, pero de mucha mas agua que la primera..... y..... é cresció el rio desta çibdad mas que nunca. (Oviedo, *Historia natural*, lib. 50, cap. XXVII.)

(1) El aspecto tempestuoso en el horizonte es precursor de las tormentas bravas en las Indias, y por esta señal se motivó la retirada del almirante Colon á Puerto-Escondido durante el huracán de agosto de 1508, mientras que otras carabelas, naos y navíos se fueron á pique en la tormenta por la premura y la imprevision de no haber reconocido el tiempo antes de navegar. (Oviedo, id.)

(2) Por cierto, quien oviere visto é pasado algun boscage de grandes y espesos árboles donde haya acaecido algun huracán, habrá visto cosa de mucha admiracion é grima espantosa..... en algunas partes de tierra firme lo he visto en no mas espacio de uno á dos tiros de ballesta, estando todo el territorio cubierto de árboles arrancados é unos sobre otros..... y como los que allí íbamos conveníanos pasar por aquellos mismos lugares ó bosques así destrozados, é no teníamos otro camino tan seguro ó á nuestro propósito, no se podia excusar el trabajo de pasar por allí. Y era cosa de notar é mirar cómo iban los hombres tres ó cuatro estados mas altos unos que otros, de árbol en árbol, y de rama en rama, trepando y trabajando por seguir nuestro camino; porque los rios grandes y peñas ásperas en los profundos valles y espinosos é cerrados bosques, é otras cosas muchas, se excusaban con aquel estorbo ó embarazado camino, é tambien la sospecha de los enemigos.

Todos estos é otros impedimentos daban causa á que con mucho cansancio de las personas é fatiga del espíritu, continuásemos el camino tan cerrado é ocupado como he dicho estaba del huracán. E á bien librar, por corto que fuese aquel espacio, siempre escapaban algunos compañeros lastimados, derrotados é rasgados los vestidos, é otros desolladas las manos, é con gran afan se concluyen tales jornadas. (Oviedo, *Historia natural de Indias.*)

te el grandísimo viento y excesiva lluvia de las tormentas de Indias, los planos sucesivos de la variacion del viento constituyen en el espacio atmosférico de la Isla Española un fenómeno meteorológico que por su forma se aproxima á ser un cilindro ó un cono incompleto: con más probabilidad un cono de viento y turbion, puesto que las tormentas análogas en tierra firme dejaban trazados profundos y prolongados surcos en no más espacio que el de uno ó dos tiros de ballesta, con el desórden, con la destruccion y con la muerte en aquellos inmensos bosques, hijos tal vez del poderoso *fiat* en uno de los dias de la creacion (1).

Con sorpresa el mismo Oviedo echa de menos en las tormentas de Indias los truenos y los relámpagos que allí tanto se desean durante las tempestades, contrastando aquel deseo con el temor que el trueno causaba en España en el trascurso de los grandes nublados (2). La sorpresa del naturalista español relativamente á la falta del relámpago en medio de los huracanes de las regiones ecuatoriales se comprende en su época, pero hoy facilmente se explica recordando lo que dice Peltyer: «En la produccion de los meteoros la electricidad no se manifiesta siempre con los mismos fenómenos. Los físicos han procurado »comprobar la existencia de aquel flúido en el trascurso de las tempestades por tres de sus efectos, que se observan ya reunidos ya separados, como lo son el rayo, el relámpago y el trueno; es decir, la »cantidad de la electricidad condensada hasta constituir la chispa, la

(1) No son, pues, los árboles que están asi arrancados poca cosa para admirar su grandeza, y ser gruesísimos muchos de ellos, pero demás deso es cosa para maravillar verlos tan desviados é apartados algunos de donde fueron criados, é con sus raices trastornadas, unos sobre otros de tal forma trabados y entretejidos, que luego paresce como he dicho ser artificio é obra en que no hay ojos de cristiano que sin espanto lo puedan ver. (Oviedo.)

(2) Pero cosa mas notable quiero decir, porque es notable, y es, que asi como en España los truenos y relámpagos en las tempestades causan mucho espanto, así en esta cibdad é Indias es aquello que se desea, porque la tormenta de viento y agua (huracan) siempre viene sin truenos, é la peor señal es no los haber en tales tempestades. (Oviedo.)

»luz producida y el ruido compañero de la electricidad en su paso al »través del aire.» Esta triple manifestacion de los efectos de una misma causa se comprende que en el siglo XVI, como en un largo período de tiempo posterior, ha constituido la escala tipo para valorar la violencia de las borrascas; y de aquí la extrañeza de que faltase el trueno en las tormentas recordadas por Oviedo. Sin embargo, la electricidad en los vapores atmosféricos puede manifestarse por fenómenos muy diferentes de los tres arriba citados, los cuales dependen de la neutralizacion casi instantánea de la electricidad al través del espacio.

La electricidad posee facultades excesivas cuando pasa desde la atmósfera á la tierra en forma de corriente por conductores, como lo son los conos trómbicos de diámetro muy limitado, como lo es el inmenso turbion del huracán, y como lo pueden ser las masas de la lluvia aturbonada que momentáneamente sirven de vehículo, y cierran la comunicacion entre las nubes activas por su electricidad, y las bandas ó fajas en el terreno sobre las cuales descienden estos últimos meteoros. Suponiendo á la electricidad en estado dinámico entre las nubes y la superficie de la tierra, ni se presentarán los efectos luminosos, ni los caloríficos del rayo; pero aquella podrá convertirse en agente enérgico para originar atracciones y repulsiones en las masas de vapor, en los estratos líquidos y en los cuerpos sólidos distantes. Podrá conmover violentamente la superficie tranquila de las aguas, desecará tal vez por una evaporacion rapidísima los terrenos y las plantas, y si la evaporacion fuese tan instantánea como lo es la accion de la electricidad dinámica, será posible que estallen las últimas y se ahilen en hebras y fajas; trasformándose las maderas elásticas cuando sus vasos y poros contienen sávia, en frágiles y quebradizas por la desecacion absoluta de los troncos, de los tallos y de las ramas (1).

---

(1) Tempestad de Quintana del Pirio (provincia de Burgos).—El 11 de junio de 1800, siendo las once y media de la mañana, apareció á la vista de la villa referida un nublado que por su extraño y desconocido aspecto llenó de temor y desconsuelo á todo el vecindario. Las nubes tempestuosas se presentaron en la parte boreal

Las observaciones y el estudio comparativo de los efectos producidos por la electricidad en los huracanes y en las trombas han demostrado, que aquellas posibilidades se convierten por la naturaleza en realidades; mientras que la meteorologia con las experiencias físicas del flúido eléctrico en estado dinámico, halló algunas en que se percibe, aunque los resultados son microscópicos é infinitamente pequeños, la semejanza con los fenómenos espontáneamente producidos por la naturaleza.

---

de la villa, mientras que otras nubes bajas y rasantes con el aspecto *de humo ó niebla muy densa*, se movian velocísimamente hácia el pueblo viniendo del ábrego y regañon. Las nubes aparecian rasgadas en mil partes hácia la superficie de la tierra; á la vez el espacio atmosférico por su aspecto parecia como enrojecido, en términos que desde Aranda y Gumiel de Izan creyeron se estaba quemando la villa de Quintana. En definitiva, *sin haberse percibido truenos ni relámpagos*, en medio de los torbellinos encontrados de vientos boreales, se presentó una que al parecer era nube de color azul claro, y la cual en forma de *culebra* fuertísima ó tromba tocaba en el suelo. Este meteoro pasó á unos 400 pasos de la poblacion, y de él saltaron numerosos chispazos de fuego. En su tránsito arrancó varias cepas de vides, conmovió piedras y árboles de mucha magnitud, contándose entre ellos una encina del grueso de dos cuerpos humanos, á la cual quitó primero las ramas, que el viento arrebató llevándolas á bastante distancia, y despues sacó el tronco de cuajo hasta las más penetrantes raices. En su camino la manga encontró dos huertas contíguas en las cuales derribó las tapias, quitó las ramas á un peral, *tostó los demás árboles pequeños*, destrozando y arrancando otros muchos frutales.

Esta tormenta dejó igualmente tostado todo el terreno que cojió en una faja de 60 á 70 pasos de anchura ó latitud, en el trascurso de 25 minutos que duró el referido fenómeno, hasta que se fué recojiendo á la misma nube de que en un principio habia descendido. Segun aseguran los labradores, el daño que la tempestad produjo *en las viñas que tostó*, se podia calcular prudencialmente de 3000 á 4000 cántaras. Dos muchachos á quienes cojió en el campo la nube los arrojó al suelo sin mas lesion que haberle tostado al uno ó quemado el pelo, resultando el otro lisiado en un ojo, pero ellos no dieron mas razon del fenómeno por el aturdimiento que les causó. Se recelaba que el campo y *las muchas vides abrasadas ó tostadas* por la tormenta no volverian á dar fruto. En la villa de Quintana no cayó una sola gota de agua; en cambio, y al mismo tiempo, las nubes arrojaron un pedrisco muy grande en tres pueblos que están al Norte, y distantes de la villa referida de una legua á legua y media. *(Extracto de la relacion de la tempestad de Quintana, segun el Párroco de su iglesia.)*

La intensidad del flúido eléctrico en medio de los turbiones y viento giratorio en los huracanes de las Antillas, debe justipreciarse no por los relámpagos ni por los truenos que echaba de menos Oviedo, sino por los efectos que cita Reid relativamente al meteoro destructor de 1831 en las Barbadas. De este dice: «La mayor parte de la Isla de San Vicente es una floresta cerrada, en la cual perecieron muchísimos árboles por el Norte de dicha Isla, sin haber sido arrancados en aquella tormenta, ni por la fuerza ni por la velocidad del huracán. Los examinó en 1832, y en todos le pareció que la desorganizacion y la muerte no habian sido efectos del viento, sino originadas por la cantidad enorme de electricidad durante la citada tormenta.»

Segun la descripcion de la gran borrasca del 31 de agosto de 1675 en las mismas islas, M. Huges aseguró que el relampagueo en aquella no se parecia al generalmente conocido, sino que se asemejaba á fuegos rapidísimos, y llamas cuya luz rielaba tanto en las llanuras como sobre la superficie de las montañas; mientras que en lo más fuerte del huracán del 10 de agosto de 1831, dos negros, al sostenerse para no caer, vieron saltar del uno al otro chispas de fuego eléctrico, que pasaba en torrentes al través del aire desde las nubes hasta la superficie de la tierra durante aquellos enormes meteoros.

El *samoun* ó *samsin* eléctrico del huracán (1) engendrado por la soledad de los mares ecuatoriales no era temible en el suelo tempestuoso de las Antillas y costas de Tierra-Firme, segun los viajeros y naturalistas españoles, cuando llegaba acompañado de los relámpagos y truenos, que allí tanto se desean en medio de las tormentas de viento y agua. Este deseo se comprende hoy, cuando estudiada la electricidad atmosférica se presenta intensa en grado excesivo, pero aislada y apartada de la superficie de la tierra en las nubes tempestuosas; meteoros que si se nos aproximan son recíprocamente repelidos tras de cada rayo por la seca ó

(1) ..... Que luego paresce, como he dicho, ser artificio é obra en que ha entendido el diablo ó parte de la comunidad del infierno, é no hay ojos humanos de cristiano que sin espanto lo puedan ver. (Oviedo, *Historia natural de Indias.)*

líquida costra de nuestro globo. La tierra, atrayendo y repeliendo á los centros tempestuosos, defiende la generalidad de sus seres; y á lo más no evita la destruccion de los troncos más elevados, que ya reciben la descarga directa, ó bien dejan por retroceso escapar en raudos torrentes la electricidad excesiva y amontonada momentáneamente en un punto de la superficie del depósito comun.

La tempestad, como masa aislada de vapores en la atmósfera, se aparta oscilando ante la reaccion defensiva de nuestro globo, obedece á la voluntad del ingenio humano que ha señalado la direccion y el camino á las chispas del fuego meteórico por las barras metálicas del para-rayo. Además aquella sigue dócilmente y á la vista, pero sin tocarla, por la senda de los declives, rampas y valles donde la vida se sostiene, para dividirse y subdividirse hasta lo infinito cuando llega definitivamente á las quebradas desiertas de los más elevados riscos de las montañas. La tempestad aterrará con su ruido, ofuscará con su luz, pero su máxima fuerza se desarrolla en la profundidad del piélago atmosférico, donde se debilita muy pronto la intensidad de su fuego meteórico, que es conducido en todas direcciones para quedar quiescente é inofensivo en el interior de todos los cuerpos.

El samsin eléctrico compañero del huracán, de las nubes trómbicas y de las masas de vapor de donde proceden las lluvias aturbonadas, se diferencia mucho por sus efectos de la tempestad que reside en las alturas ó á grandes distancias de la tierra, porque esta no cuenta con medio alguno para repeler y defenderse de los meteoros arriba citados, los cuales, segun todas las observaciones, se mueven con lentitud, resbalando y girando sobre diferentes puntos de nuestro planeta, y alguna vez modificando y destruyendo con el aura de su inmensa electricidad la vida de los seres que posteriormente son arrebatados por causas dinámicas complicadísimas de explicar. La tempestad eléctrica, aunque la supusiéramos constituida por una nube luminosa con el exceso del flúido acumulado, este se irradiará ó podrá irradiarse en todas direcciones: pero como el huracán, la tromba y la lluvia de turbion están unidas tenazmente y en contacto con la tierra, en esta y sólo en ella se descarga por comunicacion el exceso eléctrico, que constituye el elemento activo

de aquellos meteoros. En ellos la tierra se presenta indefensa y pasiva para rechazar el mal; pero lo que es imposible de conseguir en la parte habitada, lo alcanza la naturaleza en la soledad de los mares, donde fogosos é imponentes penetran los huracanes. En la superficie oceánica los vórtices se agrandan como si fueran á desolar y destruir la tierra; en aquel lugar no hay obstáculos para los desencadenados vientos, y sobre las ondas tambien se enriquecerá el turbion con nuevo caudal; sin embargo, en la soledad citada el flúido eléctrico se difunde y pierde, y los efectos del huracán, de la tromba y de los vapores del turbion se moderan, porque las causas de los meteoros referidos se aminoran viajando al través de los mares.

La observacion guiada por la analogía nos ha conducido en el estudio de las lluvias eléctricas y aturbonadas hasta encontrar puntos de contacto y semejanza en los citados meteoros con las trombas que describió Peltyer, y con el huracán que estudiaron Oviedo, Reidfield, Dumbar y Reid. No sostendré la opinion absoluta de que aquellos tres meteoros sean un mismo fenómeno, pero lo que sí puede asegurarse en vista de la analogía, es que la teoría meteorológica que en tiempos ulteriores los explique, deberá ser única para los tres (1).

De este modo la ciencia, simplificándose, tenderá á la unidad; y cuando para explicar la dinámica de los gases atmosféricos no sean suficientes la presion del aire y su elasticidad, choque y rozamientos variados hasta el infinito, nos hallaremos con que el calor y la electricidad,

---

(1) Entre las causas que se han opuesto con mas energía á los progresos de las ciencias físicas, se cuenta el exclusivismo con que el hombre se ha dedicado á estudiar los fenómenos extraordinarios y sorprendentes por su rareza, ó por las maravillosas fuerzas que la naturaleza emplea para su produccion. Aquel exclusivismo explica el poco cuidado que se tuvo en la interpretacion de los hechos casi vulgarmente conocidos por formar parte de la marcha general de la naturaleza. Pero deberá tenerse por evidente, que los estudios é investigaciones que se refieran á los fenómenos extraordinarios y singulares de la naturaleza, no alcanzarán una importancia verdadera para las ciencias sino cuando se les compare y ponga en relacion con aquellos hechos naturales que se repiten frecuentemente, y son conocidos de la generalidad. (Bacon, *Novum organum.*)

neumas activos de la materia gaseosa y vaporosa de la atmósfera, se reunen, se apartan ó recíprocamente se convierten el uno en el otro en medio del espacio: el primero dando origen, en zonas atmosféricas diferentes de la tierra, á una dilatacion bastante para producir corrientes atmosféricas con velocidad proporcional y direccion constante; y siendo tambien causa por la cual algunos vientos se convierten de brisas en impetuosos vendabales.

La electricidad á su vez, y como ajente, complicará las teorías con sus atracciones y repulsiones, tanto más enérgicas cuanto ménos pesadas son las moléculas movibles del aire ó las esferas casi líquidas de los vapores del agua meteórica. Debiéndose tener muy presente que la electricidad, que como fuerza dinámica recoje hoy el aura psicológica del espíritu, para trasmitirla sin luz ni ruido casi instantáneamente al través de los espacios comensurables de la tierra, es el mismo agente dinámico que ha pretendido asaltar ayer con medios razonables el orgulloso alcazar levantado con las maquinarias actualmente conocidas, mientras que hace pocos años no se sospechaba su posible aplicacion á la mecánica; y aunque el flúido eléctrico no haya conseguido tan altiva empresa, sus corrientes, por lo menos, han conmovido profundamente á la ciencia, que abriga la esperanza de que las nuevas semillas arrojadas en medio de las fuerzas motrices habitualmente conocidas, fructificarán en el terreno de las necesidades sociales, regadas por los progresos del saber, por la emulacion que estimula, y por las pasiones nobles y altivas, que conducen á las edades lentamente al través de la ciencia amontonada por la actividad y por el tiempo que trascurre.

La epopeya de las fuerzas y de sus efectos cuando se estudian en medio de la atmósfera no es de este lugar; tampoco me creo capaz de escribirla con mano segura; por esta razon me detendré en este punto, pero no es porque el positivismo de las ciencias físicas, que algunos dicen frio y árido, ahogue y mate á la armonía de la palabra simétricamente ordenada, sino porque quisiera no discurrir procurando desvanecer la creencia adoptada por algunos, que aseguran que ciertos hombres buscaron los metales nobles por la materia. Los que tal opinion sustentan, ciegos ante el vivo resplandor de los crisoles, no ven

que los marcos de oro recojidos de todas partes con aparente usura por la antigua alquimia, sirvieron para la experiencia, palanca poderosa que hoy contemplan las sociedades con orgullo, y á ella acuden como mina inagotable donde se satisfacen sus necesidades apremiantes y sus deseos no siempre comedidos. El óbolo que premia, el mismo que la sociedad debe prestar á la meteorologia para sus estudios sobre la electricidad atmosférica, á pesar de las opiniones respetables de hombres de gran valía, no violentará el desarrollo de una planta estéril, ó que no promete, segun aquellos, frutos de un valor proporcionado á las cantidades empleadas por la sociedad para sostener dicha planta. A esta opinion se pudiera contestar con M. Libes cuando al hablar de Galbano dice: «El viajero cuando recorre caminos desconocidos »cree algunas veces haber llegado al término de su marcha y de su can- »sancio; pero de repente un nuevo horizonte se desarrolla ante su vista, »enseñándole la magnitud del espacio que todavía le queda que andar. »A medida que aquel viaja, los límites del horizonte al parecer se reti- »ran, desesperándole siempre de poderlos alcanzar.»

La opinion filosófica expresada por Libes puede dar origen á la desesperanza de algunos; pero téngase muy presente que la meteorologia en vista del horizonte de sus estudios, para no caer en el vacío necesita la asociacion científica y oficial, que siendo continuada y sistemática lleva en lo humano el sello de la seguridad. Tambien acepta la asociacion libre algun tanto insegura, y recomienda como eficaces las asociaciones momentáneas y de reconocimiento é investigacion de aquellos lugares en que, bien por las dificultades que la naturaleza opone, ó ya por su estado social, las observaciones y las experiencias no han podido establecerse por un tiempo prolongado.

Además, la meteorologia recuerda que la fisiologia de la germinacion y de la nutricion de las plantas; la que se propone el estudio de las leyes de la vida animal; las patologias de los dos reinos orgánicos, y las químicas orgánicas cuando estudian los seres en aquel período de trasformaciones que se siguen á la vida, han hallado hace mucho tiempo que el plano circular sobre que tienen escritos los resultados de sus trabajos coincide, y en mil puntos se toca, con el correspondiente al de la cien-

cia meteorológica. Relativamente á la influencia de la electricidad espontánea de la atmósfera, todas las ciencias arriba citadas admiten como un hecho positivo que sus progresos se hallarán mucho tiempo detenidos, hasta que posean los resultados de los trabajos de observacion y experimentales de la electricidad estática y dinámica de la atmósfera, para ponerlos en relacion con la germinacion de los granos, con la nutricion de las plantas, con la sensibilidad aparente de las mimosas, con las fermentaciones espontáneas, con las endósmosis y exósmosis orgánicas, y con muchas otras de las funciones complicadísimas que corresponden á los seres animales, cuando la vida los sostiene y cuando la muerte los trasforma hasta convertirlos en elementos inorgánicos.

## IV.

Algunos meteorologistas, y entre otros Kaemp, estudiando cuidadosamente los fenómenos de las tempestades, han adoptado la opinion de que la electricidad atmosférica en dichos meteoros es un efecto de la condensacion de los vapores en un recinto más ó ménos ancho del espacio; deduciéndose que no es la tension eléctrica la que produce las tormentas, sino que la condensacion referida es la que produce la electricidad. Para sostener esta opinion se ha supuesto que del mismo modo que el calor se halla latente en medio de los vapores, tambien se encuentra la electricidad en ellos en un estado semejante, y dispuesta á presentarse enérgica y libre cuando los vapores se condensan.

El interés de las observaciones y de las experiencias meteorológicas que tiendan á demostrar el estado latente de la electricidad, le han comprendido todos los físicos, procurando resolver la cuestion de prioridad entre la tempestad como causa del flúido eléctrico acumulado en las nubes, ó del flúido eléctrico como agente primitivo en los fenómenos que con anterioridad se llevan expuestos. Mr. Kaemp para sostener su opinion cita los torrentes de lluvia que casi siempre acompañan á los truenos, pero precediendo al ruido y al parecer como si aquellos hidrometeoros hubieran sido formados por lo menos simultáneamente con el relámpago, y tal vez precediendo á este último fenómeno.

Las lluvias entre el relámpago y el trueno (1) durante las tempestades, es un hecho conocido por la generalidad; pero su estudio se presenta demasiadamente complicado, y por consecuencia la opinion de Kaemp relativa á las lluvias referidas es difícil de demostrar de un modo directo. Sin embargo, las dificultades se disminuirian si fuera posible conducir los aparatos de observacion hasta el centro de las nubes activas, lo cual se ha conseguido aunque imperfectamente por el procedimiento indicado por Franklin, haciendo uso de la cometa armada de puntas. De una manera más segura se conseguiria estudiar la electricidad en medio del piélago atmosférico si los observadores pudieran emplear el globo aereostático cautivo; esto último no se ha verificado hasta hoy sino imperfectamente: en cambio existe la posibilidad de recojer observaciones electrométricas de interés verdadero para la ciencia y para la opinion de Kaemp, cuando las nubes descienden hasta tocar en las montañas, ó cuando se condensan en forma de lluvia por las llanuras muy elevadas sobre el nivel del mar.

---

(1) Existe un fenómeno sobre el cual desearíamos que se fijase la atencion de los observadores, y es el de las repentinas y densas lluvias que acompañan casi de seguro á los truenos. ¿Estas lluvias son causa, ó son una consecuencia de la descarga eléctrica....?

Los hechos siguientes se recomiendan con especialidad á los observadores con respecto á la formacion del relámpago.

1.° El estado eléctrico de la lluvia que se sigue repentinamente á las descargas eléctricas cuando las tempestades se hallan en el espacio y verticalmente sobre los observadores.

2.° Si los relámpagos se perciben sin lluvia en los puntos inmediatos de aquellos donde se ha originado, ó sin la formacion y aumento de la densidad de las nubes en el punto de donde saltó el rayo.

3.° Reconocer si los relámpagos proceden de algunas nubes, que aparezca disminuyéndose sensiblemente su densidad, por la difusion de sus vapores y evaporacion de las gotas liquidas de agua.

4.° Anotar si las nubes acumuladas que permanentemente están formándose y dan origen á las lluvias en la latitud de las calmas, presentan luz ó la claridad del relámpago: y si así fuese, bajo qué condiciones físicas pasan los fenómenos, y cuáles son los efectos subsiguientes durante aquellos turbiones torrenciales de que habló M. Tessan, y que los meteorologistas han reconocido como propios de las regiones ecuatoriales. (Instrucciones de la sociedad de Londres, 1840.)

Diferentes veces habia observado que en los páramos del centro de la península, y por las inmediaciones de nuestras cordilleras, las nubes se condensaban en lloviznas semejantes al meteoro conocido bajo la denominacion de *garrua* en las costas y elevadas estepas del Perú. Aquellas lloviznas en Madrid aparecen constituidas de esferas de agua cuyo diámetro es sumamente pequeño, agitadas en todas direcciones por movimientos vortiginosos, y como si el ambiente tendiese á sostenerlas flotantes. La calma en el aire en que se está formando la llovizna es casi perfecta. Por otro lado se observa que con el movimiento tumultuoso, el diámetro de muchos de los glóbulos y esferillas que constituyen dicho meteoro se aumenta sensiblemente á la vista del observador, cayendo muy pronto en forma de verdadera lluvia; mientras que el movimiento irregular de otras esferas, su diminucion perceptible de diámetro y el engrandecimiento sucesivo de algunas, indican que el aparato de Ronalds se halla rodeado por una nube en cuya masa se está verificando la condensacion, hasta producir el fenómeno meteórico de las lloviznas.

Una vez en mayo de 1854, cinco en marzo de 1855, y una en setiembre de este último año, he recojido observaciones sobre la electricidad originada durante la condensacion de las nubes en llovizna. En la del 16 de mayo de 1854, dió origen á los siguientes fenómenos eléctricos.

*Nimbus del 16 de mayo de 1854.*

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. | | | | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| | N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | |
| 10$^h$ 55$'$ $^m$ | » | » | 55° | 9½ | Nimbus muy próximo. |
| 11 » | » | » | 60 | 11 | |
| 5 | » | » | 60 | 13 | |
| 10 | » | » | 20 | 3 | |
| 15 | » | » | 15 | 1¼ | |
| 20 | » | » | 0 | » | |

En marzo de 1855 llevo expuesto que se repitió el mismo fenómeno en cinco dias diferentes, y en un dia de setiembre del mismo año, recojiéndose recíprocamente durante dichas lloviznas las observaciones electrométricas que siguen.

*Lloviznas eléctricas en Madrid en 4 de marzo de* 1855.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 4h55't | » | 240 | » | » | Llovizna que se repitió en diferentes momentos, apareciendo signos eléctricos conforme se reproducia la lluvia menuda, la cual se presentaba como si procediese de una nube ó niebla densa y rasante que al convertirse en lluvia lo hacia en el plano del aparato. |
| 57 | » | 250 | » | » | |
| 5 0 | » | » | 10 | 1 | |
| 5 | » | » | 10 | » | |
| 10 | » | » | 2 | » | |
| 15 | » | » | 2 | » | |
| 20 | » | » | 4 | » | |
| 25 | » | » | 10 | 1 | |
| 26 | » | » | 12 | » | |
| 30 | » | » | 7 | » | |
| 35 | » | 80 | » | » | |
| 6 0 | » | » | 4 | » | |
| 7 0 | » | 200 | » | » | |
| 15 | » | 240 | » | » | |
| 20 | » | 200 | » | » | |
| 25 | » | 180 | » | » | |
| 30 | » | 75 | » | » | |

*Id. del* 7 *de marzo de* 1855.

| TIEMPO. | N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 6h 0 | 0 | » | » | » | A las 7 de la mañana aparecian en el horizonte nubes acumuladas y como si tocasen al suelo, cambiando de aspecto por el S. O. y O., donde se notaba niebla rasante y densa, que aproximándose con rapidez al conductor se condensaba en lluvia, continuando en llover desde las 7 y 18′ hasta las 7 y 30′. Posteriormente se observaba niebla muy densa á corta distancia del aparato. |
| 7 0 | 4 | » | » | » | |
| 15 | 2 | » | » | » | |
| 17 | 22 | » | » | » | |
| 18 | » | 100 | » | » | |
| 20 | » | 200 | » | » | |
| 25 | » | 250 | » | » | |
| 26 | » | » | » | » | |
| 27 | neutral | » | » | » | |
| 28 | » | 190 | » | » | |
| 29 | » | 130 | » | » | |
| 30 | » | 100 | » | » | |
| 32 | » | 350 | » | » | |
| 40 | » | 60 | » | » | |

*Llovizna eléctrica del* 29 *de marzo de* 1855.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.º 1.º | N.º 2.º | Cuadrante. | Defla-grador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| $1^h 50'$ | » | » | 20 | 1½ | Llovizna á la 1 y 50' de la tarde, continuando hasta las 2 y 20', durante cuyo tiempo fueron notables las oscilaciones en el electrómetro de cuadrante. A la última hora cesó la lluvia, y poco tiempo despues dejó tambien de señalar el electrómetro citado. |
| 55 | » | » | » | » | |
| 0 | » | » | 26 á 30 | 2 | |
| 2 | » | » | 28 á 34 | » | |
| 5 | » | » | 26 á 36 | » | |
| 10 | » | » | 14 | » | |
| 15 | » | » | 20 | » | |
| 20 | » | » | 12 | » | |
| 21 | » | » | 12 | » | |

*Id. del* 5 *de setiembre de* 1855.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $6^{hm} 28$ | » | » | 22 | » | Llovizna, condensándose la nube sobre el aparato de observacion. |
| 30 | » | » | 24 | » | |
| 35 | » | » | 18 | » | |
| 40 | » | » | 20 | » | |
| 45 | » | » | 26 | » | |
| 52 | » | » | 24 | » | |

La electricidad en las lloviznas, segun las observaciones anteriores, se puede decir que es notable, pero no excesiva. Algunas veces en ellas se verificó el cambio de signo, mientras que en otras se notaron oscilaciones frecuentes en el electrómetro de cuadrante, como acaeció en el meteoro del 29 de marzo de 1855. Las masas de vapor que dieron origen á los fenómenos meteorológicos referidos, es innegable que obedecieron al enfriamiento y á la accion del peso; con aquel se condensaron los vapores, y por causa de la segunda la lluvia una vez formada descendia

de las nubes: además la electricidad se desarrollaba con exceso en el interior de aquellas masas de vapores, que se resolvieron en lluvia menuda.

La evaporacion del agua en la superficie de la tierra se sabe que es una causa poderosa para originar los fenómenos de la electricidad, y experimentalmente Peltyer ha demostrado, que si la evaporacion de aquel líquido se verifica bajo la influencia de temperaturas elevadas, especialmente cuando el agua pierde por el enfriamiento y por explosion el estado esferoidal, entonces los fenómenos eléctricos resultantes de la evaporacion aparecen dotados de mayor energía. El profesor Bayly ha conseguido ver en las gotas de agua de un surtidor ascendente en medio de la atmósfera signos de electricidad debidos á la influencia del flúido positivo de que está sobrecargado el aire inmediato á la tierra en los dias serenos.

Volta, Tralles y algunos otros han observado el mismo hecho en las gotas que caen de las cascadas naturales. Sin embargo, de estas observaciones comparadas con los fenómenos eléctricos durante las lloviznas, no se puede inferir que la electricidad de estas últimas fuese debida á la influencia del aire, en el cual pocos momentos antes de aquellos meteoros no se percibian meteoros eléctricos con los aparatos empleados. Por consecuencia, en Madrid, en medio de la atmósfera tranquila y en calma hácia la cual se aproximaron las nubes que se resolvieron en lloviznas, hubiera sido muy difícil verificar las experiencias de Peltyer, que consisten en elevar ó bajar rápidamente su electróscopo para que este aparato aparezca con señales del flúido positivo ó negativo, conforme sea el estado influyente de la atmósfera. Tampoco las últimas observaciones de Palagi sobre la electricidad positiva y negativa de dos cuerpos, por el simple hecho de aproximarlos ó separarlos en medio del aire, hubieran sido fáciles de notar cuando las nubes de llovizna se aproximaron; y en el caso de notarlas, de seguro la cantidad de electricidad recojida por este nuevo procedimiento, y en el tiempo á que nos referimos, no hubiera podido dar origen á chispas vivas á la distancia explosiva de 2 líneas.

Amstrong ha demostrado experimentalmente que el rozamiento de los vapores del agua, que poseen una fuerza elástica notable, da origen

á fenómenos eléctricos de suficiente energía, y comparables á los de nuestras mejores máquinas eléctricas; pero esta accion dinámica, al parecer, no es la causa principal de la electricidad que corresponde á las lloviznas, ni la influencia del aire atmosférico de que habló Baylly puede admitirse mas que como secundaria en la produccion de los fenómenos observados durante aquellos meteoros.

En las lloviznas, segun llevo expuesto anteriormente, la condensacion de los vapores es un hecho positivo hasta constituir pequeñas esferas líquidas bien definidas; durante aquella condensacion necesariamente, y segun los principios físicos, el calórico latente de los vapores se convierte en libre cuando se hallan en el límite de su elasticidad, observándose que desde el momento en que las esferas líquidas descienden con diámetro apreciable y mojan la superficie de los cuerpos, las más pequeñas en el meteoro citado se mueven irregularmente en todos sentidos, disminuyéndose su diámetro conforme continúa el movimiento tumultuoso que las es propio, con tendencia decidida á permanecer flotantes. Las señales de electricidad enérgica en medio del vapor globular y de partículas líquidas en las lloviznas, se deberá por consecuencia en parte á la condensacion de los vapores que se liquidan, y en parte á la evaporacion rapidísima de las paredes líquidas y globulares de las esferillas casi vaporosas que constituyen las nubes, por causa del calórico libre resultante de la condensacion en medio del espacio atmosférico.

Las nubes de llovizna no ha faltado alguno que, en vista de sus facultades eléctricas é influencia activa, las considere como nubes tempestuosas, diferentes del turbion ó de la tempestad propiamente dicha, tan sólo por la cantidad del flúido eléctrico acumulado para producir aquellos tres meteoros; pero las observaciones que se llevan expuestas sobre la electricidad de las lloviznas en el centro de España, se explican mejor por la teoría de Kaemp, relativa á los fenómenos eléctricos, que corresponde á las masas vaporosas flotantes en el espacio, cuando estas se trasforman difundiéndose, ó por el contrario condensándose hasta resolverse en algunas de las variedades conocidas de la lluvia.

# V.

El enfriamiento del aire atmosférico, y un exceso de temperatura en la superficie de la tierra que sostenga con energía la evaporacion espontánea del agua en los rios, en los lagos, en los terrenos pantanosos, y la que se halla repartida en cantidad notable por las llanuras cultivadas, segun De Luc, Davy y Hervey, son las dos condiciones físicas necesarias para que se originen las nieblas. En esta teoría, los referidos meteoros, como consecuencia del enfriamiento y de la evaporacion, serian uno de los fenómenos más sencillos de comprender, que se reproduciria siempre de un modo uniforme; pero las nieblas como hecho físico aparece complicado, y se puede asegurar con probabilidad que es rara la ocasion de una de aquellas con el grado de simplicidad que supone De Luc, relativamente á las causas que las producen, y cuyos efectos se complican ó modifican más ó ménos profundamente.

Saussure aseguró que jamás habia visto nieblas sin observar en ellas fenómenos eléctricos notables por su intensidad y fuerza. Schübler comprobó, que los fenómenos eléctricos durante las nieblas son excesivos, y que la tension del flúido que los produce se aumenta, no sólo con la densidad de aquellos meteoros, sino tambien por los frios en las estaciones del invierno. Relativamente al desarrollo de la electricidad en el aire próximo á la superficie de la tierra cuando la temperatura baja mucho del cero termométrico, se cita la observacion de Œpino, que en el invierno de 1776 al 77 vió saltar chispas eléctricas muy vivas de muchos cuerpos cuando se les frotaba suavemente, durante los períodos prolongados de frio en aquella estacion. Gutrié, que cita la observacion de Œpino, al estudiar el clima de Rusia dice: «En nuestras estaciones rigurosas durante los inviernos, el vapor higrométrico se reduce en el »aire á su mínimo más extremado, y entonces la atmósfera en contacto »con la tierra se halla fuertemente electrizada.» Pero las observaciones mas notables que se pueden citar relativamente á la electricidad de las nieblas son las de Crosse, que han dado motivo para que Noad haya dicho, que antes de comprender los laberintos y arcanos de la ciencia

que se propone por objeto el estudio de la atmósfera, habia que trabajar penosamente hasta vencer las inmensas dificultades que se presentan por do quier en aquel estudio.

El meteoro de Crosse envolvió al aparato de observacion de este sin percibirse en un principio señales de electricidad en los electrómetros de panes de oro, hasta que á las cuatro de la tarde, sin causa ostensible, principiaron repentinamente á saltar vivísimas chispas en el aparato referido, con fuertes explosiones y facultad iluminante muy enérgica desde el momento en que se estableció una corriente continuada de fuego eléctrico entre las dos esferas del deflagrador. Aquella luz y aquel fuego, segun Crosse, no se interrumpieron en el trascurso de cinco horas sino durante los momentos del cambio de la naturaleza y signo de la electricidad, para desaparecer por completo despues de aquel período de tiempo. Sin embargo, ni la densidad de la niebla ni la lluvia disminuyeron en todo el dia, ni los barómetros, termómetros é higrómetros colocados en la superficie de la tierra presentaron oscilaciones notables; añadiendo Mr. Crosse: «Si no es por mis alambres tendidos en la atmósfera como exploradores, tal vez hubiera pasado desconocida una acumulacion tan enérgica de electricidad, con la cual, y con un contacto momentáneo en el aparato, hubiera sido bastante para originar la destruccion y la muerte.» Noad, en vista de tal fenómeno, se pregunta por los efectos de la electricidad de la niebla de Crosse, si los apoyos aisladores de los alambres de exploracion están perfectamente secos; y además por cuál sería la cantidad de la electricidad durante aquella niebla si en el espacio de media hectárea era posible con dicho meteoro destruir la existencia animal de los seres allí comprendidos, y por el procedimiento de la naturaleza y causa cuyas facultades reunidas dieron origen á un fenómeno que sorprendió con su energía, y además con su insólita é inexplicable aparicion.

En la atmósfera de Madrid no se han observado con el aparato de Ronalds hechos tan notables como los indicados por Crosse al sondear la profundísima sima de la electricidad en medio de la niebla que aquel describe; y al rededor de cuya sima, ó por lo menos antes de llegar el centro del meteoro á los aparatos exploradores, estos indicaron que

se hallaba quiescente el flúido eléctrico de los gases y de los vapores. Si en España no se han registrado nieblas tan enérgicas por su electricidad como la citada, en cambio se ha podido verificar un estudio detenido de los dos períodos de nieblas con facultades eléctricas que trascurrieron en Madrid desde el 12 al 15, y del 22 de diciembre de 1853 hasta el 2 de enero de 1854, y de cuyos fenómenos me ocuparé brevemente, presentando este estudio como ejemplo que puede servir para hallar las analogías antes de comprobar experimentalmente las hipótesis, y de presentarlas con los distintivos de las teorías y de la verdad evidente, tan codiciada, y con derecho, por el espíritu, cuando se prodiga sin tasa la actividad y el trabajo.

El mes de diciembre de 1853 trascurrió en el centro de España seco, frio y con atmósfera despejada, pero con dos períodos de nieblas, distinguiéndose en el primero la niebla eléctrica del dia 15, y en el segundo las que correspondieron á los dias 24, 25 y 28 del referido mes, y las del 2 de enero inmediato, comprobándose las facultades eléctricas en el trascurso de aquellos meteoros por las siguientes observaciones.

*Niebla del* 13 *de diciembre de* 1854.

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 7h 10'm | » | 80 | » | » | Niebla rasante, próxima y muy densa en el S. E. y en el S. O., lejana y ménos densa por el N. E. y N. O. de Madrid. La niebla teñia las imágenes de los objetos distantes con coloridos pardos y vaporosos. Pasado el medio dia el espacio se aclaró. |
| 15 | » | 120 | » | » | |
| 20 | » | 200 | » | » | |
| 25 | » | 150 á 240 | » | » | |
| 26 | » | » | 6 | » | |
| 30 | » | » | 4 | » | |
| 35 | » | » | 2,5 | » | |
| 40 | » | » | 2,2 | » | |
| 45 | » | » | » | » | |
| 50 | » | 170 | » | » | |
| 51 | » | 120 | » | » | |
| 52 | » | 180 | » | » | |
| 55 | » | 150 | » | » | |
| 57 | » | 120 | » | » | |
| 8 0 | » | 140 | » | » | |
| 5 | » | 170 | » | » | |
| 10 | » | 170 | » | » | |
| 25 | » | 150 | » | » | |
| 30 | » | 130 | » | » | |
| 35 | » | 120 | » | » | |
| 40 | » | 130 | » | » | |
| 45 | » | 190 | » | » | |
| 50 | » | 190 | » | » | |
| 55 | » | 150 | » | » | |
| 9 7 | » | 150 | » | » | |
| 14 | » | 150 á 300 | » | » | |
| 15 | » | 150 á 300 | » | » | |
| 16 | » | 200 | » | » | |
| 20 | » | 190 | » | » | |
| 25 | » | 90 | » | » | |
| 27 | 0 | » | » | » | |
| 30 | 28 | » | » | » | |
| 35 | 40 | » | » | » | |
| 40 | 40 | » | » | » | |
| 43 | 40 | » | » | » | |

*Niebla del dia 24 de diciembre de 1854 en Madrid.*

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 7h 10m | » | 60 | » | » | Niebla próxima y rasante que rodea por todas partes al conductor. A las 8 de la mañana la niebla se aclara en el N. O. hasta distinguirse perfectamente la cordillera de Guadarrama. A las 10 vuelve la niebla con mayor densidad en la direccion N. E. y N. A las 11 despejado el cenit, pero nebuloso el horizonte, y á corta distancia en direccion de los valles del Jarama y del Manzanares. Por la tarde la atmósfera despejada, pero con alguna celajería. Toda la mañana corrió brisa fresquita del N. E. |
| 15 | » | 20 | » | » | |
| 17 | » | 30 | » | » | |
| 20 | » | 60 | » | » | |
| 22 | » | 80 | » | » | |
| 25 | » | 110 | » | » | |
| 26 | » | 130 | » | » | |
| 27 | » | 140 | » | » | |
| 28 | » | 160 | » | » | |
| 30 | » | 160 | » | » | |
| 33 | » | 150 | » | 4 | |
| 35 | » | 135 | » | » | |
| 37 | » | 107 | » | » | |
| 40 | » | 85 | » | » | |
| 43 | » | 70 | » | » | |
| 45 | » | 65 | » | » | |
| 47 | » | 60 | » | » | |
| 50 | » | 50 | » | » | |
| 53 | » | 60 | » | » | |
| 55 | » | 70 | » | » | |
| 8 0 | » | 70 | » | » | |
| 5 | » | 75 | » | » | |
| 10 | » | 75 | » | » | |
| 15 | » | 75 | » | » | |
| 20 | » | 110 | » | » | |
| 25 | » | 130 | » | » | |
| 30 | » | 140 | » | » | |
| 35 | » | 150 | » | » | |
| 40 | » | 140 | » | » | |
| 45 | » | 130 | » | » | |
| 50 | » | 120 | » | » | |
| 55 | » | 120 | » | » | |
| 10 0 | » | 130 | » | » | |
| 5 | » | 110 | » | » | |
| 10 | » | 110 | » | » | |
| 15 | » | 130 | » | » | |
| 20 | » | 130 | » | » | |
| 25 | » | 120 | » | » | |
| 30 | » | 120 | » | » | |
| 11 0 | » | 200 | » | » | |
| 12 0 | » | 100 | » | » | |
| 1 0 | » | 120 | » | » | |

*Niebla del dia 25 de diciembre de 1854 en Madrid.*

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.° 1.° | N.° 2.° | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 6h 25′ | 4 | » | » | » | Despejado á la salida del sol, corriendo brisa fresca y escarcha abundantísima. A las 8 niebla que llegaba por el O. rasante y muy densa. En algunos momentos quedaba envuelto por la niebla el conductor. A las 10 principió á levantarse la niebla. |
| 40 | 6 | » | » | » | |
| 55 | 8 | » | » | » | |
| 57 | 12 | » | » | » | |
| 7 0 | 14 | » | » | » | |
| 5 | 17 | » | » | » | |
| 15 | 17 | » | » | » | |
| 20 | 18 | » | » | » | |
| 25 | 18 | » | » | » | |
| 30 | 18 | » | » | » | |
| 33 | 20 | » | » | » | |
| 35 | 22 | » | » | » | |
| 38 | 26 | » | » | » | |
| 40 | 30 | » | » | » | |
| 43 | 40 | » | » | » | |
| 45 | 42 | » | » | » | |
| 50 | 18 | » | » | » | |
| 55 | 30 | » | » | » | |
| 57 | 56 | » | » | » | |
| 8 0 | » | 50 | » | » | |
| 5 | » | 65 | » | » | |
| 10 | » | 30 | » | » | |
| 15 | » | 60 | » | » | |
| 20 | » | 60 | » | » | |
| 25 | » | 70 | » | » | |
| 30 | » | 75 | » | » | |
| 35 | » | 85 | » | » | |
| 40 | » | 90 | » | » | |
| 45 | » | 90 | » | » | |
| 50 | » | 85 | » | » | |
| 52 | » | 70 | » | » | |
| 55 | » | 65 | » | » | |
| 9 0 | » | 60 | » | » | |
| 10 48 | » | 100 | » | » | |
| 55 | 14 | » | » | » | |

*Niebla del dia 28 de diciembre de 1854 en Madrid.*

| TIEMPO. | ELECTRÓMETROS. N.º 1.º | N.º 2.º | Cuadrante. | Deflagrador. | OBSERVACIONES GENERALES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 6h 35'm | 12 | » | » | » | Despejado el cenit á las 6 y 35′ de la mañana, pero nebuloso el horizonte. A las 7 y 5′ niebla en el O. S. O. que se aproxima á la poblacion. A las 7 y 45′ la niebla se habia extendido por el Manzanares, envolviendo por este lado el aparato de observacion. A las 8 la niebla se ha extendido á todo el horizonte. A las 9 con brisa del N. E. pasó por el conductor la niebla rasante, aclarándose despues el espacio y levantándose la niebla desde las 9 y 40′ en adelante. |
| 7 4 | 10 | » | » | » | |
| 5 | 28 | » | » | » | |
| 7 | 36 | » | » | » | |
| 10 | 38 | » | » | » | |
| 12 | 42 | » | » | » | |
| 15 | 48 | » | » | » | |
| 17 | 50 | » | » | » | |
| 20 | 46 | » | » | » | |
| 22 | 54 | » | » | » | |
| 30 | 40 | » | » | » | |
| 35 | 35 | » | » | » | |
| 40 | » | 65 | » | » | |
| 45 | » | 70 | » | » | |
| 50 | » | 70 | » | » | |
| 55 | » | 90 | » | » | |
| 8 0 | » | 85 | » | » | |
| 9 0 | » | 210 | » | » | |
| 7 | » | 65 | » | » | |
| 10 | » | 85 | » | » | |
| 15 | » | 110 | » | » | |
| 20 | » | 150 | » | » | |
| 25 | » | 110 | » | » | |
| 30 | » | 140 | » | » | |
| 35 | » | 140 | » | » | |
| 40 | » | 160 | » | » | |
| 45 | 20 | » | » | » | |
| 50 | 20 | » | » | » | |
| 11 0 | » | 100 | » | » | |

Segun los datos anteriores, los fenómenos eléctricos más notables de las nieblas observadas en Madrid fueron: en la del 15 de diciembre algunas oscilaciones frecuentes en el electrómetro número 2.º En la del

24 de aquel mes las oscilaciones fueron más continuadas y durables, pero debilitándose la tension eléctrica conforme se disminuia la densidad de la niebla, y recíprocamente, aumentándose la divergencia electrométrica cuando envolvian al conductor de Ronalds las porciones ó nudos más densos del meteoro. En la correspondiente al 25 de diciembre, la niebla, al parecer distante, manifestó su influencia eléctrica con un aumento gradual, hasta que el meteoro envolvió completamente al aparato de observacion. En el 28 del citado mes el centro ó parte más densa de la niebla demoraba al O. y por un arco de 60° en el horizonte. La influencia eléctrica de la del 2 de enero dió resultados de un valor comparable con los obtenidos en los meteoros anteriores.

Durante las nieblas referidas, no sólo se pudo comprobar que cada una poseyó su individualidad activa por los fenómenos eléctricos que de ellas se originaron, sino tambien que aquellas se movian con rapidez, trasladándose desde la cuenca del Tajo por la pendiente de las estepas, ó hácia la parte más alta del plano indicado que finaliza la cordillera divisoria N. O. de Madrid.

La reaccion de la tierra sobre los vapores electrizados que constituyeron las nieblas referidas, se reconoció primero por la forma que tomaban, y que en algunos momentos imitaban á una inmensa tela rasgada en mil partes, cuyos trozos cónicos, ahusados y de otras mil formas, descendiesen desde muy poca altura hasta tocar en la superficie de los terrenos. Segundo, por la repulsion que se desarrollaba en la superficie de las laderas y pendientes de los valles sobre aquellos conos ó masas vaporosas de las nieblas despues que permanecian por algun tiempo en contacto, levantándose los vapores como repelidos por la tierra, y en ocasiones como atraidos hácia la masa ó cuerpo principal del meteoro.

En las nieblas de diciembre de 1855 se notaba un movimiento interior muy perceptible, y como difusivo ó de espansion, originado probablemente por la accion calorífica que los rayos del sol ejercian en aquellas, y por la accion frigorífica de la superficie de la tierra cubierta con escarcha, que condensaba rápidamente los vapores en contacto con ella, con lo cual estos se liquidaban, enrareciéndose más y más los

meteoros. Simultáneamente las facultades eléctricas de las nieblas se debilitaron, aminorándose ó exaltándose recíprocamente las fuerzas de atraccion y repulsion entre las moléculas vaporosas flotantes en el aire; por estas causas la condensacion debia ser rápida y perceptible en unas partes de la niebla, mientras que en otras debian presentarse la difusion y el enrarecimiento de los vapores, cuyos fenómenos se reconocieron en las nieblas de diciembre por el cambio gradual y sucesivo de las tintas en los puntos de aquellos meteoros á donde llegaban los rayos directos del sol, y por el colorido variable y percepcion más ó ménos clara de las imágenes de los objetos distantes.

El fenómeno que más llamó la atencion en el período continuado de las nieblas á que me refiero, y que constituye uno de los caractéres más notables que los físicos atribuyen á los vapores nebulosos fuertemente electrizados, fué el estado higrométrico en que dejaron el aire despues de pasar aquellas nieblas sobre el suelo de Madrid para desaparecer en la cima de las montañas. El estado higrométrico diurno en dicha época, se presentó tan extraordinario por su excesiva sequedad como el que cita OEpino en el invierno de 1776 á 77, y comparable con los que refiere Gutrié como propios y peculiares de los climas extremados en Rusia. Como ejemplo notable de la desecacion del aire atmosférico en Madrid durante los dias de las nieblas que se llevan estudiadas, puede citarse el mínimo de la fraccion de humedad igual á 0,14, segun el psicrómetro de Augusto, que correspondió al 29 de diciembre de 1855, y con cuya sequedad en el aire, segun OEpino, bastaria mover ligeramente un cuerpo para obtener de él chispas de electricidad, miéntras que Gutrié concede al aire en un estado tan grande de desecacion, y suponiendo que su temperatura fuese baja, la facultad de hallarse enérgicamente electrizado. Sin embargo de las dos opiniones anteriores, los fenómenos eléctricos observados en Madrid en el trascurso de las nieblas de diciembre del año 55, creo que con más probabilidad se originaron por la evaporacion de las esferas casi líquidas que constituyen las nieblas en medio de un espacio atmosférico excesivamente desecado, por el enfriamiento y condensacion, por la difusion de los vapores, y en parte por el rozamiento de sus moléculas, tanto con el aire quiescente y

seco, como sobre la superficie desecada recíprocamente de los terrenos, que todas son causas físicas suficientes para dar origen á los fenómenos eléctricos observados.

Esta última opinion no pasa de ser una conjetura, y el meteoro de las nieblas en su estudio se presenta difícil, y con fenómenos tan extraordinarios en ocasiones y en otros puntos de la tierra, que necesario es convenir que la ciencia ha principiado hace poco tiempo estos nuevos trabajos, progresando en ellos con lentitud desanimadora para los que sostienen que todos los conocimientos deben marchar, y que en la actualidad marchan con una rapidez desconocida en sus anales históricos. Pero esta es una ilusion que, como estímulo para algunos, conviene ver sostenida en hombros de la multitud, pues con ella se sobreexcita el deseo de ennoblecerse que el espíritu tiene, arrancando á la naturaleza sus más preciados tesoros.

La electricidad atmosférica de las tempestades, de los huracanes, de las trombas, de los turbiones, de las lloviznas y de las nieblas, en la actualidad se estudia, sirviéndose la ciencia de la observacion y de la experiencia. Dicho estudio se complica y hace más difícil por las imperfecciones inevitables en los aparatos, por su escaso número segun se hallan repartidos en la superficie de la tierra, por los incompletos registros de la meteorologia actual, por la topografía diferente de las localidades, y por los fenómenos periódicos de la electricidad atmosférica de los rocíos durante las horas que trascurren con la rotacion de la tierra sobre su propio eje, y con las estaciones marcadas por el giro del globo en derredor de la luz del dia. De tanta complicacion para explicar los fenómenos accidentales de la electricidad amosférica, y de tanta necesidad de ciencias cultivadas para la explicacion genuina de aquellos, no se aterra ya el espíritu de los siglos ante las dificultades, contando con la destreza y la paciencia de sus hijos. La luz que se percibe en el espacio científico será la de una aurora surcada por pocos rayos divergentes; pero esta divergencia dice muy claro que existe un centro positivo hácia el cual se dirijen las observaciones y las analogías de hoy, con la seguridad de que las experiencias que como brisa levantará el tiempo con su trascurso, permitirán pronto trascribir la verdad á los libros del saber.

Por mi parte, en este acto solemne de mi recepcion, he procurado presentar á esta ilustrada Academia los resultados inductivos de algunas de las observaciones verificadas sobre la electricidad de la atmósfera de nuestro propio suelo, como ejemplos que patentizan la utilidad y el acierto de los métodos adoptados por la ciencia en el estudio de los fenómenos eléctricos de ese laboratorio inmenso de gases y vapores que envuelven á la tierra, y donde la naturaleza tiene en juego todos los meteoros influyentes en las acciones de los séres orgánicos y las cuales á su vez se ejercen sobre los demás.

# DISCURSO

QUE EN CONTESTACION

## AL DEL SR. D. MANUEL RICO Y SINOBAS

EN EL ACTO DE SU RECEPCION

## COMO ACADEMICO NUMERARIO

LEYÓ

## EL EXCMO. SR. D. ANTONIO REMON ZARCO DEL VALLE Y HUET,

Presidente de la Real Academia de Ciencias.

## Señores:

Siente el hombre dotado de capacidad propia para estudios científicos los efectos de una fuerza atractiva, irresistible, mágica, que le encanta y lleva á la investigacion de la naturaleza, no ya indistintamente sino con marcada preferencia, agena de su voluntad, hácia alguno de los muchos misterios que encierra el universo.

Difícil es explicar esa especie de afinidad existente entre las facultades intelectuales de una persona determinada, y la índole propia del objeto científico que con mayor empeño le arrebata.

Nosotros, que con el gusto propio de los apasionados del saber, acabamos de oir de boca de nuestro nuevo colega, en el instante solemne de su recepcion, un discurso henchido de datos y abundante en consideraciones luminosas, podemos juzgar de la exactitud de las reflexiones que anteceden. Su autor se complace, sin duda, en el cultivo de diversos ramos de las ciencias, en medio de su rica variedad; mas des-

pues de escucharle no parece sino que la belleza seductora que cautiva su entendimiento y lo hace participante de las gracias más ó ménos ocultas que el Criador la dispensára, es la atmósfera. Bien lo merece en verdad. Aun cuando sólo se contemplasen en ella los efectos de la luz y del calor, fueran estos suficientes atractivos; pero hay si cabe otros mayores, por ejemplo el influjo al parecer fabuloso que ejercen en su seno los flúidos imponderables, y por último y sobre todo, las relaciones íntimas y no ménos misteriosas de ese océano aéreo con la vida orgánica, las cuales van tal vez más allá de lo que presumimos.

Pero no queda aquí: no era dable al nuevo académico abarcar en la estrechez de un discurso tantos y tan distintos factores ó elementos como la atmósfera encierra: habia de contraerse á alguno de ellos, y elijió cabalmente con valentía la electricidad atmosférica, justificando su eleccion el feliz desempeño de su empresa. Condicion es de entendimientos no vulgares apetecer, en vez de desdeñar, obstáculos que, obligándoles á emplear sin reserva sus fuerzas, les proporcionan lisonja y gloria, placeres lícitos de origen puro y noble objeto.

¡La electricidad atmosférica! ¡Ah, Señores! ¡Qué materia tan interesante, ya se mire la accion que ejerce en multiplicados fenómenos, ya el estado en que se encuentra su estudio! Los grandes descubrimientos hechos en tan intrincado y peligroso campo, si bien han extendido sus límites no alcanzan todavía á penetrar en su interior. Enlázase por mil vínculos á todos los fenómenos de la distribucion del calor, á la presion atmosférica, á los meteoros acuosos, y más verosimilmente al magnetismo de que parece estar dotada la superficie del globo. Manifiéstanse estas relaciones íntimas, ya considerando la electricidad de las regiones inferiores del aire, donde su marcha silenciosa varia en períodos problemáticos aún, ya se estudien las capas elevadas de la atmósfera en el seno de las nubes, donde brillan los relámpagos, retumban los truenos y estallan los rayos.

En medio de ese cúmulo de acciones productoras de multitud de fenómenos, la discrecion y la modestia de nuestro nuevo colega se ha propuesto sujetar el vuelo de su ilustracion, ciñéndolo á aquellos que deben considerarse como accidentales. Aun así, si hubiese yo de se-

guir sus pasos en la difícil carrera por donde ha llegado al término glorioso de su propósito, hubiera menester las dotes que me faltan, y que en verdad exigiria la atencion con que me honra un público tan ilustrado. En tal conflicto no vacilo en apelar á su indulgencia, y en ella confio, por reclamarla á un tiempo la grandeza del asunto y la pequeñez de mis fuerzas.

Al tratar de inquirir el estado de cualquiera de los conocimientos humanos, natural es volver la vista atrás, y escudriñar el camino que el entendimiento ha debido seguir hasta alcanzar el punto á que sus esfuerzos sucesivos han llegado. La sabiduría del Criador, al dotar profusamente á la naturaleza de esa inmensidad de agentes, de fuerzas, de séres, les imprimió las leyes que debian regularizar su accion y asegurar el fin de su destino; sin que pueda extrañarse la dificultad que la inteligencia humana, en medio de su poderío, encuentra y debia encontrar en la investigacion de leyes tan misteriosas. Así que ha venido á resultar una especie de procedimiento uniforme ó semejante, por donde se pasa de la ignorancia al saber, de las tinieblas á la luz.

Obedeciendo la naturaleza á las prescripciones que le fueron impuestas, ofrece de contínuo, con arreglo á ellas, multitud de fenómenos de los cuales no pocos pasan sin advertirlos el hombre, mientras que otros hieren su sensibilidad y provocan el ejercicio de sus facultades mentales. En los primeros trámites de esas investigaciones, no siendo fácil ni aun posible penetrar el secreto que envuelve el objeto que ha captado la atencion, es forzoso le cubran ciertas sombras que oculten su índole verdadera. El amor propio del hombre, ofuscándole además, le hace presentar á sus contemporáneos no pocos errores, con la pretension de haber descubierto verdades, envolviéndolos muchas veces en su provecho con aparatos supersticiosos á que la ignorancia presta adoracion. Mas tarde, por dicha del género humano, asoma en uno de sus individuos aquel espíritu independiente, que buscando las causas de los efectos que experimenta, se entrega á la observacion, compara sus resultados y deduce consecuencias más lejítimas, hasta donde lo permiten los medios de que dispone. De esta suerte, muchas veces el instinto, por decirlo así, promueve y dirije la observacion, y

en ocasiones tambien la casualidad, un hecho imprevisto, habla y descubre, aunque confusamente todavía, un principio, una ley del orden natural. Sobrados testimonios ofrece de esto la historia de las ciencias. El poder incalculable que el entendimiento humano despliega cuando contrae su atencion á objeto determinado, ó sea el valor inestimable de la observacion, multiplica los frutos de aquella acumulándose así los datos, cuya comparacion ha de darlos ya más sazonados. De estas comparaciones nacen las analogías con que, á falta de medios más seguros, se da explicacion plausible de los fenómenos cuya ley se busca, llegando por fin á sospecharla. Con tal estímulo, y multiplicando los esfuerzos, se logra á veces dar con ella, si bien imperfectamente. Mas el cálculo acude al auxilio de la observacion, apodérase de los resultados de ella, los pesa ó los mide, inventa para lograrlo instrumentos derivados de las mismas propiedades descubiertas, y combinando las relaciones de sus factores ó elementos, establece fórmulas. En este punto nace y se eleva la teoría. Goza el hombre del placer y la gloria de su descubrimiento, mas no se extingue el impulso que á tal término le llevara, ni se contenta con dejar estériles los resultados de sus penosos afanes. Las aplicaciones siguen á las teorías, y una vez dueño el ingenio humano de las leyes de la naturaleza, la rije, y exijiendo de ella la obediencia de aquellos preceptos, acaba por obtener las maravillas de las artes, y por regalar á la sociedad los beneficios de las ciencias.

Estas consideraciones generales, inspiradas en el caso presente por las dificultades anejas al curso de las investigaciones sobre la electricidad atmosférica, recibirán su mejor confirmacion contemplando los trámites de dicho curso.

Cabalmente los fenómenos eléctricos de la atmósfera, y entre ellos las tempestades, no podian pasarse por alto, ni dejar de conmover el ánimo de los habitantes de la tierra en todas las épocas. ¿Cómo desatender el estrépito del trueno, el resplandor del relámpago ni el temor del rayo? No cabe, en verdad, espectáculo más grandioso entre los muchos que la naturaleza ostenta, ni es facil que haya otro que encienda más vivamente la imaginacion. Así que, en medio de la ignorancia de los antiguos en ciencias físicas, la tradicion nos advierte que

se dedicaban á su exámen. Distinguiéronse en él los Etruscos, llegando á clasificar el rayo en tres especies distintas, segun la gravedad de sus consecuencias. Como era consiguiente, interpretaron los efectos de las tempestades por medios supersticiosos, atribuyéndoles la facultad de servir para adivinar lo futuro, y otras á este modo. No contentos con eso, la ciencia de los Arúspices Etruscos se mostraba esencialmente en las ceremonias con las cuales pretendian atraer el rayo. Los Romanos las tomaron de ellos. Numa poseyó su secreto. Queriendo Tulio Hostilio, sucesor suyo, repetir aquellas temibles ceremonias sin haber tomado las precauciones necesarias, fué muerto por el rayo. Duraron estas creencias largo tiempo; y aun Constantino el Grande, despues de haberse hecho cristiano, dió leyes para autorizar á los Romanos á consultar los Arúspices, cuando algun edificio habia sufrido los efectos de la tempestad. Más tarde se encuentran aún otros testimonios semejantes, creyendo varios autores que en efecto poseyeron los antiguos verdaderos conocimientos en esta materia, y citando algunos en su apoyo la opinion de Michaelis, segun la cual, las puntas doradas que el historiador Josefo dijo habia en lo alto del templo de Jerusalén, tenian por objeto libertar este edificio de las consecuencias de las tempestades. En realidad sólo puede creerse que los antiguos no desconocieron del todo los fenómenos eléctricos; mas no por eso debe inferirse que tuvieran verdadero conocimiento de la causa que los producia. Estudios posteriores dieron marjen á sospechar la identidad existente entre los fenómenos de la tormenta y la electricidad. Pero en física no son los raciocinios, sino solamente la experiencia quien decide. Obtiene el doctor Wall por primera vez la chispa eléctrica, y al punto la compara con el rayo. Siendo patente su analogía, diéronse los físicos á explicarla de varios modos más ó ménos ingeniosos, hasta que el célebre americano Franklin tuvo el atrevido pensamiento de ir á buscar la electricidad en el seno mismo de las nubes, empleando para ello una cometa rodeada de puntas metálicas, que introduciéndose en la region de la tempestad, produjo en el extremo de la cuerda que la retenia, una chispa seguida de otras varias. Sucedia esto el año de 1752, y por el mismo tiempo se hacia igual ensayo en Europa por físicos

diversos, entre ellos Dalibard y Romás. Tuvo el último en junio de 1757 la feliz idea de unir á la cuerda de la cometa un hilo metálico, consiguiendo por este medio efectos enérgicos, á saber: chispas largas y gruesas acompañadas de fuerte detonacion. No obstante las precauciones que tomó, aislando los aparatos de que usaba, fué Romás arrojado al suelo por la violencia del choque, con la fortuna de no haber experimentado más consecuencias. No así Reicheinan, que en Petersburgo fué muerto por la electricidad de las nubes, atraida á su gabinete por medio de un conductor. Tambien las ciencias tienen sus mártires, cuya memoria veneran los que se consagran al culto de ellas. Por resultado de tan notables procedimientos, quedó probado de un modo evidente que el rayo no es otra cosa que una descarga eléctrica. Abierta así la comunicacion entre la region de las tempestades y los hombres esforzados que se dedicaban á estudiarlas, tratóse ya cual corresponde en la marcha de los conocimientos humanos, de inventar instrumentos para medir y juzgar la electricidad de la atmósfera aun en su estado normal. Saussure y Volta pusieron el mayor empeño á fines del siglo pasado en determinar las circunstancias diversas que influyen en la electricidad de la atmósfera. En vez de aparatos fijos emplearon electroscopos portátiles, de los cuales se usa todavía el inventado por el primero de aquellos sabios, en razon de la facilidad de su trasporte: discurriéronse despues otros medios, resultando dos distintos de observacion, relativo el uno al uso de instrumentos fijos y el otro al de los portátiles. Colladon mejoró el primero combinándolo con el galvanómetro. Por último, Peltier ha construido uno de los mejores electrómetros atmosféricos que se conocen, y cuyo uso es de gran utilidad.

A favor de estos recursos, y á merced del ingenio y diligencia de hábiles observadores, ha llegado el conocimiento de la electricidad atmosférica á un período aventajado de los correspondientes al curso de las investigaciones de las ciencias, mas por desgracia distante todavía de la sazon que proporciona su dominio y utilidad completa; sin que por eso deba dejarse de admirar la invencion del pararayos.

Al terminar su discurso nuestro nuevo colega, fijando la vista en

la situacion en que hoy se halla tan difícil como interesante estudio, nos ha presentado las varias y graves dificultades que se oponen á su adelantamiento, al propio tiempo que la esperanza más viva y segura de conseguirlo. De ella debemos participar todos, bastando para alentarnos comparar lo que hoy sabemos acerca de una materia cuya fecundidad no es facil calcular todavía con lo que era dado á nuestros mayores apenas hace un siglo,

Sin llevar nuestra atencion hasta esos ruidosos y elevados fenómenos que accidentalmente se producen, y con tanta razon la arrebatan, la contemplacion sóla de la existencia de la electricidad de que el aire se encuentra cargado aun en el estado sereno de la atmósfera, y sus consecuencias, dará margen á observaciones multiplicadas y deducciones importantes. Basta para perturbar ese estado eléctrico normal la presencia de algunas nubes, la lluvia y la nieve. Aun sin esto la electricidad positiva del aire no se halla uniformemente repartida en la atmósfera: en la superficie del suelo es nula; comienza á ser sensible en campo raso á un metro ó metro y medio de altura; y crece sucesivamente en las capas superiores. Parece indudable que el aire y la tierra están cargados de electricidades contrarias, que de contínuo se combinan en las capas inferiores de la atmósfera; siendo facil conocer que la tension positiva del aire debe variar con la facilidad que es consiguiente, contribuyendo á ello multitud de circunstancias, entre las cuales es de gran influjo la humedad del aire mismo, segun comprobaron Becquerel y Peltier. Estas brevísimas indicaciones justifican la necesidad de estudios prolijos, seguidos con teson y por largo tiempo: los amantes de los progresos de la ciencia se lamentan de que todavía no sean bastantes las observaciones que se hacen, ni el número de los que á ellas se dedican con la constancia que requieren, aplaudiendo debidamente el celo infatigable de Quetelet en Bruselas, Lamont en Munich y Bonalds en Kiew.

Aún hay más: en los resultados de las observaciones de físicos distinguidos se notan muchas diferencias.

Esto demuestra cuán grande es todavía la incertidumbre que reina en la determinacion exacta de la electricidad atmosférica, y que no

sólo depende de la imperfeccion de los instrumentos, sino tambien de la naturaleza misma de un fenómeno tan eminentemente complejo.

Ahora bien, si tales son los obstáculos que la diligencia de los sábios encuentra al ejercitarse sobre la electricidad de la atmósfera en su estado normal, no deben admirarnos los que el autor del discurso que examino nos pone de manifiesto al tratar de los extraños fenómenos que ella nos presenta en situaciones excepcionales.

No acometeré, no, la empresa de glosar las importantísimas consideraciones ni los hechos diestramente referidos que el Discurso contiene, y cuyo valor realzan citas oportunas de nombres célebres en los fastos de las ciencias físicas. Inutil fuera semejante tarea para la perspicacia de los que han prestado á su lectura atento oido. Bien quisiera yo me fuese dado bosquejar al ménos el cuadro que la atmósfera presenta á nuestros ojos en la region de las tempestades; espectáculo el más grandioso tal vez de cuantos ofrece la majestad de la naturaleza, y que así ha embargado la mente de sabios distinguidos, como inspirado á esclarecidos poetas: mas fuera osadía intentarlo, y por tanto me limitaré á indicar los objetos de mayor bulto, en cuanto puedan contribuir á afirmar en nuestro ánimo el efecto ya experimentado.

Convencido sin duda el nuevo Académico de que esta clase de ciencias reclama hechos y observaciones para deducir con buen criterio consecuencias legítimas, que despues de alcanzar la sazon de la exactitud se conviertan en doctrinas útiles, adopta este camino, viniendo á favor del orden cronológico á establecer las que hoy son más generalmente admitidas, y á enunciar la necesidad y los medios de fortalecerlas y ampliarlas.

Brillan en medio de tan extenso y exquisito trabajo dos puntos que no fuera lícito dejar de notar aquí. Uno de ellos es el esmero puesto en formalizar la estadística, ó sean los resultados de las observaciones hechas sobre la materia en que se ocupa; y al adoptar con predileccion ese rumbo, sigue la huella de los hombres eminentes que por semejante medio, único en verdad, enriquecen los anales de la ciencia á cuyo desarrollo han de servir. El otro de aquellos puntos luminosos es el firme y eficaz empeño que ha puesto y pone el nuevo Académico,

con una solicitud que muestra bien su amor patrio, en multiplicar las observaciones relativas á la atmósfera de España, revestirlas del caracter de exactitud apetecible, y presentarlas como poderoso estímulo á la ilustracion de sus conciudadanos. Teatro adecuado para tan provechosas indagaciones ofrecen la situacion geográfica y las condiciones topográficas de nuestro suelo, sus costas mediterránea y oceánica, sus altas mesetas, y sus encumbradas montañas, cuyos picos alcanzan la region de las nieves perpétuas.

Tiempo es ya de que, con la perfeccion modernamente introducida en las observaciones físicas de todo género, contribuya la España á los progresos de las ciencias que en ellas se fundan, ostentando el rico contingente que su buena suerte la permite ofrecer. Á veinticuatro llega el número de tablas ó estados que el discurso contiene, cuya mayor parte se debe á su autor mismo, y que se refieren á los distintos extremos que abrazan.

Natural era, despues de tamaños esfuerzos, que rebosara en su escrito el deseo de sistematizar en todos conceptos las observaciones, aspirando á determinar cuál sea en nuestro pais la mútua dependencia de las tormentas y de los demás fenómenos eléctricos de la atmósfera con las circunstancias geográficas de la Península, con los topográficas de sus diversas localidades, y aun con las geológicas, que acaso ejerzan tambien su cierto influjo. Aun en medio de la escasez de datos hasta ahora recojidos sobre tan interesante objeto, el Discurso contiene deducciones correspondientes á la frecuencia de las tempestades en nuestro pais, segun las estaciones y la diferente naturaleza de sus territorios: nótase que abundan en las márgenes del Duero y en la costa Cantábrica, mientras escasean en las meridionales.

Pasando luego á tratar de las lluvias aturbonadas, de gotas gordas, cargadas de electricidad, que á veces se presentan luminosas, y despues de examinar sus propiedades, insiste en contraerse á las que ocurren en España, acumulando datos preciosos que deben servir de incentivo á nuevas pesquisas. Los que ya poseemos bastan, sin embargo, para establecer con cierta probabilidad la mayor abundancia de tales lluvias en la costa cantábrica y en la del Mediterráneo. Y como á su violento influjo se agregue la rapidez suma con que desciende el

terreno desde la elevada meseta del centro de la península al mar, de ahí las torrentosas inundaciones que aflijen á esas comarcas, causando á veces lamentables estragos. Hablando de esta clase de lluvias, como de los huracanes y de los conos trómbicos, y penetrando en la índole peculiar de semejantes fenómenos, hace el autor reflexiones ingeniosas y oportunas al comparar las tempestades que estallan en la atmósfera, con las nubes cargadas de electricidad que llegan á ponerse en contacto con la tierra, entrando á discurrir sobre su accion dinámica.

Otro fenómeno eléctrico de los que ofrece la atmósfera, es el de las lloviznas, á que el autor consagra especial atencion en diversos conceptos, y señaladamente el que más descuella en él, á saber, la conexion importantísima de la electricidad con los vapores acuosos.

Por último, las nieblas no podian dejar de tener cabida en el conjunto de fenómenos, más ó ménos eléctricos, que nuestro nuevo colega se propuso explicar.

Examinadas bajo distintos puntos de vista, hace valer los datos adquiridos en otros paises y en el nuestro, guiado siempre del mismo diligente espíritu de indagacion.

Al llegar aquí, forzoso me es lamentar la indocilidad con que he cumplido mi propósito de no debilitar, ni aun con ligerísimos rasgos, la eficacia de las impresiones ocasionadas por la abundancia de datos y doctrinas que constituyen la riqueza del discurso que nos ocupa. Libre ya en este momento de ese peligro, si bien dominado mi ánimo por el influjo de la atencion prestada á objeto de tanto atractivo, paréceme que no debo resistir al seductor impulso que me lleva hácia consideraciones legítimamente dimanadas del mismo asunto. ¿Cuál es el origen de la electricidad atmosférica? Veamos las opiniones que reinan entre los sabios. Volta y Saussure creyeron poder atribuir la electricidad de la atmósfera á la evaporacion que se verifica en la superficie de la tierra. Pouillet se muestra dispuesto á encontrar lo que se desea hallar, en la evaporacion del agua del mar y despues en la vegetacion. Buscando causas más generales, y por tanto más adecuadas, creyóse encontrarla en la accion calorífica del sol en la atmósfera, y en la distribucion de la temperatura, que es su consecuencia; mas hasta ahora no ha po-

dido descubrir la experiencia en los gases ni en los vapores la menor traza de termo-electricidad. Schoembein pretende que esa causa, si bien se debe á los rayos solares, no á su accion calorífica, sino á su accion química. Becquerel, por consecuencia de sus indagaciones sobre el desprendimiento de la electricidad que resulta del contacto del suelo con una masa ó corriente de agua, sospechaba si podria atribuirse á esto el orígen de la electricidad de la atmósfera. La Rive considera plausible un punto de la teoría de Becquerel, á saber, que el vapor del agua es el vehículo que hace subir á la atmósfera la electricidad de que está cargado el líquido de donde procede; mas no juzga esta causa bastante general ni constante, asi en su intensidad como en la naturaleza de su manifestacion, para poderla reputar por la verdadera y única. Estima, por el contrario, que debe buscarse en alguna accion natural de órden superior á las indicadas, inclinándose á creer que ha de hallarse en algun gran fenómeno que ocurra en la superficie del globo terrestre ó cerca de ella. Este fenómeno entiende que puede ser la accion química contínua que se verifica en la parte inferior de la corteza de dicho globo, allí donde se encuentra el límite de la porcion de él ya solidificada, y la que todavía permanece en estado de liquidez candente. Esa accion química no solo proviene de otras locales, sino tambien de las filtraciones del agua del mar; debiendo resultar, segun las leyes comunes del desprendimiento de la electricidad en las acciones químicas, que esta agua se cargue de electricidad positiva, mientras sucede lo mismo con la negativa en la parte sólida de la tierra. Opinion de tamaño interés bien merece que expongamos los fundamentos alegados en su apoyo. Habla desde luego en su favor el hecho de que el agua de mar es positiva, mientras que la superficie del suelo es negativa; hecho indudable en vista de multiplicadas observaciones, y señaladamente las de Peltier relativas á la tierra, y las que se refieren al mar, de Becquerel.

Explícase de esta suerte, cómo el aire está ya positivo en sus capas contíguas á la superficie del mar, mientras que en las llanuras distantes de ella no comienza á estarlo hasta cierta altura sobre el suelo. Dase cuenta asimismo por este medio de la atraccion ejercida por las

montañas, necesariamente negativas, en las nubes movibles, y no ménos del fenómeno parecido á una humareda que en ellas se observa. Pero nada demuestra mejor la diferencia que existe entre el estado eléctrico del globo terrestre y el que su atmósfera posee, debidos á los vapores positivos contenidos en ella, como los notables fenómenos subterráneos que á veces se presentan al aproximarse las tempestades. Arago cita gran número de ellos, y describe algunos del modo siguiente. En las colinas del Vicentino hay una fuente que despues de largas sequías, y tambien en épocas que carece de agua, rebosa súbitamente cuando se prepara una tempestad, llenando un canal ancho con su corriente muy turbia, la cual se esparce por los valles vecinos. Habiendo abierto á cierta distancia de Perpiñan un pozo artesiano que daba al principio gran cantidad de agua, se vió disminuir esta rápidamente, atribuyéndolo los naturales á la acumulacion de distintas materias hácia la parte inferior del cañon de su salida; mas un dia en que el cielo se mostraba cubierto de nubes sumamente borrascosas, oyóse de pronto un hervidero sordo, al que siguió una explosion, recobrando la fuente su antiguo caudal. En octubre de 1755 ocasionó grandes estragos en los valles del Piamonte una inundacion repentina, á la cual precedieron, segun Beccaria, truenos horribles; siendo opinion unánime que su causa principal fué el inmenso volúmen de agua subterránea que instantáneamente salió del seno de las montañas, durante la tempestad, por nuevas aberturas. Bien conocido es lo que sucede en las aguas termales al acercarse las tormentas, notándose en ellas una agitacion particular que se manifiesta por un hervidero extraordinario, ó por otros síntomas que prueban el estado eléctrico de los lugares profundos de donde provienen, y de los cuales lo habrán adquirido probablemente. Existen, pues, en la corteza sólida de nuestro globo, esencialmente negativa, porciones de ella que en diversos tiempos lo están más ó ménos; resultando de ahí fenómenos particulares á la manera de los que acaban de indicarse, ó tales como las trombas ú otros, en los que se manifiesta evidentemente la influencia local del suelo. Ese diverso estado negativo de varias partes de la tierra, bien sea en su superficie ó en parages más profundos, es consiguiente á las diferencias de con-

ductibilidad y á las variaciones propias de la accion química interior, ya con respecto á los puntos mismos en que se observa, ya tambien á su intensidad. Fácilmente se concibe que la presencia de las aguas subterráneas pueda determinar en las partes del suelo que las rodean una acumulacion mayor y más pronta de electricidad, y tambien que algunos filones metálicos ó rocas conductoras que penetren hasta grandes profundidades, puedan traer á los puntos á que corresponden una gran carga eléctrica; y de ello fuera facil citar numerosos ejemplos. Por lo que hace á esa accion química, en sí misma tenemos buena prueba de la enorme cantidad de electricidad que produce, en la que traen consigo los vapores y las cenizas que arrojan los volcanes. La erupcion del Vesubio del año de 1794 fué acompañada de una tempestad eléctrica violenta. Muy recientemente, una nueva erupcion volcánica en el mar de las Celebes, dió origen á relámpagos, truenos y otros efectos eléctricos, semejantes á los de las tormentas ordinarias. Palmieri ha observado que los vapores que suben del cráter del Vesubio están siempre cargados de prepotente electricidad positiva: la famosa niebla seca que en 1783 cubrió por bastante tiempo gran parte de la Europa, y cuya electricidad positiva produjo tempestades frecuentes, tenia probabilísimamente origen volcánico, porque su aparicion siguió á los violentos terremotos que ocurrieron en Calabria á principios del mismo año, y fué precedida en las regiones septentrionales por vientos del Mediodía ó del Sudeste. Habíase observado un fenómeno análogo en Persia el año de 1721, despues del gran temblor de tierra que aquel mismo año destruyó la ciudad de Tauris.

Cuando se ve que basta una sóla erupcion volcánica para cargar el aire de tan considerable cantidad de electricidad positiva, facil es concebir cómo el agua de mar que está en comunicacion con los lugares subterráneos donde semejantes erupciones se elaboran, puede estar electrizada positivamente. La existencia de gran número de volcanes submarinos en contínua actividad, es muy probable: buena muestra de ello son el entumecimiento de ciertas costas, y la aparicion de cuando en cuando de algunos de esos mismos volcanes en la superficie de las aguas. Estando, pues, positiva el agua de mar, los vapores que de

ella se elevan deben estarlo tambien: y he ahí la explicacion de la electricidad de esta especie que abunda en la atmósfera. Tales son los fundamentos de la teoría por cuyo medio se trata de explicar de un modo satisfactorio, hasta en sus pequeños pormenores, todos los fenómenos de la meteorología eléctrica. Esto no quita que para darla consistencia, no se necesite practicar observaciones esmeradas y experiencias directas.

Sea cual fuere la hipótesis que se admita para explicar el origen de la electricidad atmosférica, siempre será objeto digno de especial estudio el de la accion que ejerce el sol en nuestro globo, dándole, por decirlo asi, su vida planetaria. ¿Cómo explicar esa accion poderosísima, el calor que de ella dimana, el modo con que este afecta á la atmósfera y á la tierra, dando origen á los fenómenos meteorológicos en que tanta parte cabe á la electricidad? Materia es esta vasta y difícil, no agena por cierto de la que absorbe al presente nuestra contemplacion. Los manantiales del calor terrestre son los que proceden del sol y de la temperatura del espacio en que se mueve nuestro globo. La tierra, como los demás cuerpos del sistema á que pertenece, recibe del sol cierta cantidad de calor, que depende á un tiempo mismo de la fuerza fotogénica de este, es decir, del estado de sus capas ó envolturas gaseosas, y de la posicion respectiva de ambos cuerpos. Penetrando los rayos del sol por la atmósfera, iluminan y calientan la tierra, contribuyendo de uno ó de otro modo á ocasionar electricidad y magnetismo. El espacio en que se mueve nuestro planeta posee cierta temperatura que es la resultante de todas las radiaciones caloríficas de los demás cuerpos que lo pueblan. Siendo, pues, el sol y el espacio las dos fuentes generatrices del calor terrestre, era en extremo importante determinar la cantidad que arroja cada una de ellas. La inteligencia y laboriosidad del célebre Pouillet nos ha proporcionado curiosos é importantes datos en este punto. Si la cantidad de calor, dice este sábio, despedida por el sol en todas direcciones, se empleara exclusivamente en derretir una capa de hielo que estuviese aplicada sobre el globo del mismo astro, cubriéndolo por todas partes, seria bastante para derretirla en un minuto, suponiendo el grueso de ella

de 11,80 metros, y en un dia otra de algo más de 3 leguas españolas. Si la cantidad de calor que la tierra recibe del sol en el trascurso de un año estuviera uniformemente repartida en todos los puntos de su superficie, y en ellos fuese empleada sin pérdida alguna en derretir hielo, seria capaz de verificarlo de una capa que, envolviéndola completamente, contase de grueso 30,89 metros, ó en números redondos 31 metros. La cantidad total de calor que el espacio proporciona á la tierra y á la atmósfera en el trascurso de un año, seria suficiente para derretir una capa de hielo de 26 metros de grueso que cubriera completamente nuestro globo; por manera que la suma de calor debida á ambas causas equivale á una accion susceptible de derretir una capa de hielo de 57 metros en el trascurso de un año. En vista de semejantes resultados, imposible es dejar de considerar al calor, si nó como única causa, al ménos como agente poderosísimo de los fenómenos meteorológicos. Desde luego se descubre el benéfico influjo de la atmósfera, que situada entre el sol y la tierra, puede considerarse como la reguladora de la accion calorífica de aquel astro. Sin ella pasaríamos rápidamente del gran calor del dia producido por los rayos solares, que llegarian á nosotros sin modificacion alguna, al frio intenso que durante la noche ocasionaria la falta de los mismos. El aire absorbe cierta cantidad de calor que, elevando su temperatura y aumentando su volúmen, se convierte en calor latente; enfriándose por la noche, disminuye de volumen, y deja sensible la cantidad de calórico latente que habia absorbido para dilatarse. El influjo de la atmósfera, que de tan diversos modos se da á conocer, produce con la modificacion de la temperatura efectos patentes en los vapores de agua, que mezclándose con el aire dan origen á tantos y tantos fenómenos provechosos, señaladamente para la vida orgánica. Grande y nuevo campo se ha abierto recientemente á los que se dedican al estudio de las relaciones de esta vida con la atmósfera, desde que se considera en sus altas regiones cargadas de nubes tempestuosas la alteracion que produce el llamado oxígeno electrizado ú ozono. Aun sin eso, hábiles naturalistas han consagrado sus exploraciones y vigilias á encontrar las relaciones indudables que enlazan la naturaleza orgánica con la inorgánica, forman-

do su conjunto ese todo privativo de las obras del Criador, y al cual se debe la constancia de acciones y reacciones, la mútua dependencia de tan varios y multiplicados agentes, el caracter, en fin, de reciprocidad y armonía que trasciende al saber humano, bien asi en las ciencias matemáticas, como en las físicas y naturales.

En nuestros dias, las que se apoyan en la experiencia adquieren nueva faz por efecto de la acumulacion de hechos interesantes, que tienden á fundar sobre bases más y más sólidas el gran principio de la correlacion de las fuerzas físicas. Y esto debe contribuir eficazmente á dilatar el dominio de la electricidad, dado que ella es uno de los medios más frecuentes que patentizan las diversas fuerzas de la naturaleza en sus trasformaciones, constituyendo por tanto uno de los principales vínculos que las enlazan. Yo abrigo la confianza de que el poder de la inteligencia humana, venciendo las graves dificultades que todavía presenta el conocimiento de la atmósfera y el del influjo eficaz que en ella ejercita la electricidad, ha de ser bastante para desvanecer los recelos de los que temen por la imperfeccion constante de tales estudios, adquiriendo asi la meteorologia el valor científico que su objeto reclama. A ello no pueden ménos de contribuir grandemente los progresos manifiestos que se hacen en el arte de observar, y en cuyo auxilio acuden otros descubrimientos ó aplicaciones oportunas, como la fotografía y aun la electricidad misma, empleadas para suplir la inconstancia del observador, y asegurar la puntualidad en las anotaciones. En medio de las nieblas que hoy ofuscan ese porvenir, no parece imposible que dejen de encontrarse, con más ó ménos exactitud, muchas de esas relaciones desconocidas aún, de las cuales se sospechan ya algunas con sobrado fundamento. Si, como no cabe duda, las hay entre el sol y la tierra, la atmósfera que providencialmente la envuelve, su superficie y su interior, entre los climas y las condiciones de la vida vegetal y animal, ¿quién pudiera renunciar á la grata esperanza de que el hombre dedicado á apreciarlas lenta pero constantemente, no logre algun dia, ojalá próximo, ensanchar las conquistas propias de la preeminencia que le fué reservada en la obra maravillosa de la creacion?

# ÍNDICE

de las materias contenidas en esta 2.ª parte del tomo III de Memorias.

Páginas.

*Primera serie de observaciones actinométricas* verificadas en Madrid desde el solsticio de invierno de 1854 hasta el de verano de 1855, por *D. Manuel Rico y Sinobas*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 187

*De la fermentacion alcohólica del zumo de la uva*, con indicacion de las circunstancias que mas influyen en la calidad y conservacion de los líquidos resultantes.—*Memoria premiada por la Real Academia de Ciencias* en concurso público, con arreglo al programa presentado por la misma para el año de 1857; por el *Doctor D. Magin Bonet y Bonfill*. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 291

*Memoria sobre los medios de mejorar y conservar los vinos en España*, premiada con el *accessit* por la Real Academia de Ciencias de Madrid en concurso público celebrado con arreglo al programa presentado por la misma para el año de 1857; por *D. José Elvira*. . . . . . . . . . . . . . . 483

*Discurso* que sobre los fenómenos de la electricidad atmosférica leyó el Sr. *D. Manuel Rico y Sinobas* en el acto de su recepcion de Académico numerario. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 513

*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. Manuel Rico y Sinobas en el acto de su recepcion como Académico numerario leyó el *Excmo. Sr. D. Antonio Remon Zarco del Valle y Huet*, Presidente de la Academia. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 587

# ERRATAS.

| PÁG. | LIN. | COLUMNA. | DICE. | | DEBE DECIR. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 191 | 1.ª | 3.ª | 17,7 | | 47,7 | |
| 246 | 13 | 1.ª y 2.ª | $8^h$ 1′ 0″ | 1′30″ | $8^h$ 1′ 0″ | 2′ 0″ |
| | | | 2 30 | 3 0 | 2 30 | 3 30 |
| | | | 3 0 | 4 30 | 4 0 | 5 0 |
| | | | 5 30 | 6 0 | 5 30 | 6 30 |
| | | | 6 0 | 7 30 | 7 0 | 8 0 |
| | | | 8 30 | 9 0 | 8 30 | 9 30 |
| | | | 9 0 | 10 30 | 10 0 | 11 0 |
| 247 | 1.ª | 1.ª | $8^h$ 1′ 0″ | | $9^h$ 1′ 0″ | |

# MEMORIAS

DE LA

## REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

## DE MADRID.

### TOMO III.

2.ª SERIE.—CIENCIAS FISICAS.—TOMO 1.º PARTE 3.ª

# MEMORIA

PREMIADA CON EL ACCESSIT

## POR LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FISICAS Y NATURALES

EN EL CONCURSO PUBLICO DE 1861,

*relativa á la cuestion siguiente: «Demostrar con esperimentos el fenómeno de la nitrificacion en genera y las causas mas influyentes en la misma, esponiendo al propio tiempo los medios mas ventajosos de favorecer la nitrificacion de nuestro pais.»*

POR

D. RAMON TORRES MUÑOZ DE LUNA,

**Catedrático de Química general de la Universidad Central.**

*Fabricar nitro á bajo precio, equivale á obtener azoe barato y en escelentes condiciones para la agricultura.*

Entre las graves y trascendentales cuestiones que mas pueden interesar á España bajo el punto de vista agrícola, industrial y aun estratégico, ninguna mas importante que la presentada por la respetable Academia de Ciencias de Madrid, en el programa de premios correspondiente al año actual; dicha cuestion es la siguiente:

«Demostrar con esperimentos el fenómeno de la nitrificacion en ge» neral y las causas mas influyentes en la misma, esponiendo al propio »tiempo los medios mas ventajosos de favorecer la nitrificacion natural »de nuestro pais.»

Basta recorrer, aunque sea muy superficialmente, los trabajos de Liebig, Boussingault, Barral, Bobierre y tantos otros químicos eminentes, cuyos generosos esfuerzos tienden á sacar la agricultura del estado empírico en que, como primera y principal industria, se halla todavía en algunos paises de Europa, para conocer que entre las causas principales

que pueden hacer esteril el cultivo de los cereales ó legumbres en una tierra dada, se halla en primera línea un esceso de sales minerales solubles, siquiera sean estas convenientes y aun necesarias, en ciertos casos, como agentes intermediarios para la nutricion de los vegetales; pues bien, segun se ha demostrado ya esperimentalmente, sobre todo por Boussingault, los nitratos alcalinos y térreos se hallan en este caso, siendo indispensable *empobrecer de ellos el terreno*, mediante la alternativa ó rotacion de ciertas cosechas, antes de poderle utilizar para otros cultivos, como por ejemplo para el de los cereales, legumbres, etc. Por manera que, en cierto modo, pueden calificarse semejantes campos de estériles por esceso de nitrógeno. Como tipo de esta clase de tierras podemos citar muchas localidades de la Mancha, entre ellas el término de Quero, la vega de Herencia, y los términos de Huerta, Tembleque, Villacañas, Alcazar de San Juan, etc., etc. He aquí pues bosquejado, aunque muy concisamente, el inmenso interés que para la agricultura española tiene, y las consecuencias que en sí encierra, la magnífica cuestion presentada por la Real Academia, y que es objeto de la presente Memoria. Veamos si podemos indicar, aunque tambien muy de pasada, el interés que dicho problema ofrece bajo el punto de vista industrial.

La fabricacion artificial del ácido nítrico, ó de los nitratos que es lo mismo, á bajo precio, influiria de un modo notable en el progreso de muchas industrias importantes, y aun quizá alcanzase su influjo al ramo metalúrgico, sustituyendo el tratamiento de los minerales por via seca (en estremo dispendioso) con medios prácticos y sencillos, fundados en la accion que el ácido nítrico ejerce por via húmeda: cuando menos puede asegurarse, *à priori*, con toda evidencia, que si el caso supuesto se realizara, no sería la industria minera de las últimas en utilizar semejante beneficio; pues no hay que olvidar que siendo uno de los fundamentos de ella la oxigenacion de los metales, mediante el aire y á determinadas temperaturas, y la reduccion ulterior de los óxidos formados por cuerpos combustibles baratos, como el carbon, el ácido nítrico supliria en cierto modo el primer tiempo de la operacion, que es por regla general el mas costoso, supuesto que dicho ácido oxida aun á

la temperatura ordinaria gran número de minerales, produciendo el efecto citado; por cuya razon, bien podríamos considerar al ácido nítrico en semejante hipótesis, y para dar mayor fuerza á nuestro pensamiento, como el oxígeno del aire liquidado. En fin, téngase entendido, que fabricar ácido nítrico ó nitratos á bajo precio, equivale á producir azoe para la agricultura, en grande cantidad y en buenas condiciones de asimilacion (nitrato de amoniaco). Réstanos indicar el interés que bajo el punto de vista estratégico envuelve la cuestion que nos ocupa. En efecto , cuando , por causas que no son de este momento examinar, todas las naciones aprestan sus soldados para una guerra general, segun el presentimiento de los políticos mas esperimentados y reflexivos; cuando el ingenio del hombre parece que desea sintetizar todo el adelanto de las ciencias físicas y químicas modernas, en los mejores medios de destruccion humana; cuando, en fin, cada pais hace provocacion ó lujoso alarde de sus armas y ejércitos, de sus fuertes y posiciones estratégicas, no sería justo que España confiara tan solo en el valor de sus hijos, desatendiendo uno de los primeros medios de defensa, la pólvora, y como fundamento de ella el nitro ó salitre. Y esto es tan evidente, que si mañana hubiera un pais que monopolizase tan importante primera materia de guerra, sufririan fatales consecuencias todos los pueblos que le fueran tributarios: por esta razon creemos que al inquirir la ilustre Academia los medios de favorecer la nitrificacion en nuestro suelo, se anticipa y previene en cierto modo, llena de inteligente patriotismo, hasta para el caso, que Dios quiera alejar de nuestra patria, de una guerra Europea.

Indicadas de un modo general las tres principales consideraciones que en nuestro juicio encierra el punto en cuestion, pasemos á trazar el orden que hemos juzgado mas metódico y conveniente para el desenvolvimiento de esta memoria, á saber:

1.° Breves consideraciones acerca del nitrógeno y sus principales compuestos con el oxígeno é hidrógeno.

2.° Estudio cronológico de los hechos mas importantes relativos á la produccion del ácido nítrico.

3.° Discusion de las teorías referentes á la esplicacion de estos hechos:

4.° Estudios esperimentales acerca de la nitrificacion. Discusion de las diversas teorías que con ella se relacionan.

5.° Mejores medios *prácticos* para favorecer la nitrificacion.

6.° Medios de trasformar los nitratos térreos en el de potasa.

7.° Manera de reconocer la menor porcion de nitratos en las tierras arables: método mejor y mas facil para apreciar la cantidad de ellos.

8.° Resumen general.

## I.

Nitrógeno. Aun cuando, registrando los eruditos estudios que acerca del origen de todos los cuerpos simples y de sus principales combinaciones consigna el sábio Hoefer en su historia sobre la química, quizá hallaríamos en los albores de la alquimia los indicios del descubrimiento de este cuerpo simple; sin embargo, seguiremos en este punto la opinion general de los químicos modernos, concediendo al Dr. Rutherford la gloria de haberle aislado por vez primera en el año de 1772.

No creemos oportuno detenernos en detallar la existencia del nitrógeno en la naturaleza; basta á nuestro plan metódico recordar que es el elemento característico, casi diferencial, del mundo orgánico comparado con el mineral; que el poder plástico de los alimentos está en razon directa de la cantidad de nitrógeno contenido en las sustancias nutritivas; que asociadas las materias nitrogenadas con otros principios minerales (fosfatos), son el principio fertilizador de los campos, segun los hechos esperimentales en que descansa la agricultura moderna; por último, y es lo mas esencial para el presente caso, que el nitrógeno está constituyendo la atmósfera que rodea nuestro globo, en la proporcion de 76,87 partes ponderales por 100, y en la de 79 por 100 en volumen.

Sentado esto, séanos permitido recordar tan brevemente como lo permita el interés del asunto, las propiedades de este cuerpo simple: gas permanente á todas presiones y á los mas fuertes descensos de temperatura posibles, es el nitrógeno uno de esos escasísimos cuerpos simples metaloideos en quien no se observa normalmente ninguna cualidad activa, hasta el punto de hacerse aun en nuestros dias la historia compendiada de sus propiedades diciendo; *todas son negativas*. En efecto, el

nitrógeno no tiene ni color, ni olor, ni sabor; su densidad =0,972, es decir, mas ligero que el aire. Un litro de este gas pesa, en las condiciones normales de presion y de temperatura =1gr,257; poco soluble en agua; 1 metro cúbico de agua disuelve 25 centímetros cúbicos de nitrógeno.

Pero aun cuando, por regla general, es muy cierto el criterio que nos presenta al nitrógeno como desprovisto de toda facultad activa, debemos recordar que este cuerpo simple forma dos series de compuestos á cual mas importantes, una con el oxígeno y otra con el hidrógeno; por consiguiente, ya no es tan pobre de afinidad química como se le supone. Pero hay mas; este mismo cuerpo simple, tan inferior, en apariencia al menos, á los otros respecto de su actividad química, contrae varias combinaciones con el hierro, titano, y sobre todo con el boro, que resisten aun á la *temperatura roja;* siendo tan íntima su union con este último metaloide, que cuando se calcina á dicha temperatura, dentro de un crisol, una mezcla de ácido bórico y carbon al contacto de la atmósfera, constantemente se forma nitruro de boro, y lo mismo sucede calcinando simplemente el ácido bórico, al aire, en un crisol de barro. (Deville.)

Estas combinaciones, tan estables, respecto de un cuerpo cuyo caracter dominante siempre ha sido su indiferencia química para con todos los demás, nos hace creer que el nitrógeno posee ciertos estados alotrópicos, semejantes á los que ofrecen los demás elementos proteicos, oxígeno, hidrógeno, carbono, azufre y fósforo, que con él constituyen los principios inmediatos del reino orgánico. Admitida esta hipótesis, es lógico suponer que el nitrógeno, tal como existe en el aire, es muy distinto, ó se halla bajo un estado molecular diferente de como se encuentra en el amoniaco, en los óxidos y ácidos nitrosos y nítricos, y sobre todo en el nitruro de boro.

Así, pues, nosotros admitimos que el nitrógeno puede ofrecer dos estados alotrópicos; uno que representaremos por el signo de electricidad negativa (—), y al cual corresponde la série hidrogenada del nitrógeno, y otro que distinguiremos con el signo de electricidad positiva (+), y es al que corresponde la série oxigenada; por manera que

así como en el ácido sulfuroso, por ejemplo, $(\overset{+}{SO^2})$ el azufre se halla en la modificacion alotrópica $\alpha$, mientras que en el hidrógeno sulfurado $(\overline{H\,S})$ el metaloide está como en el agrupamiento molecular del azufre $\beta$, así tambien para nosotros el nitrógeno del amoniaco, representa el estado (—) ó $\alpha$ $(\overline{NH^3})$; y por el contrario, en el ácido nítrico el azoe está en la segunda modificacion alotrópica (+), ó sea $\beta$ $(\overset{+}{NO^5},HO)$. Consecuentes con esta teoría, creemos esplicar satisfactoriamente el cambio por oxigenacion del nitrógeno del amoniaco en ácido nítrico, y vice-versa, la conversion del azoe del ácido nítrico en amoniaco por los medios de reduccion ó combustibilidad: para ello bastará admitir que, en estado naciente, el nitrógeno electro-negativo del amoniaco se une al oxígeno, su antagonista en estas circunstancias, *y se acidifica;* mientras que á su vez, el nitrógeno electro-positivo del ácido nítrico, se une con el hidrógeno y se *alcalinifica.*

Las dos séries de combinacion del nitrógeno con dichos cuerpos y las reacciones que hemos citado, pueden espresarse segun nuestra teoría de la manera siguiente:

| $\overline{N}$ $\alpha$ 1.ª *Serie.* | $\overset{+}{N}$ $\beta$ 2.ª *Serie.* |
|---|---|
| $\overline{N}\ H$ = amidógeno (desconocido). | $\overset{+}{N}O$. . . . . . . óxido nitroso. |
| $\overline{N}\ H^2$ = amido. . . . . . . . . . . . | $\overset{+}{N}O^2$. . . . . . . óxido nítrico. |
| $\overline{N}\ H^3$ = amoniaco. . . . . . . . . . . | $\overset{+}{N}O^3$. . . . . . . ácido nitroso. |
| $\overline{N}\ H^4$ = amonio. . . . . . . . . . . | $\overset{+}{N}O^4$. . . . . . . ácido hiponítrico. |
| $\overline{N}\ H^5$ = hidruro de amonio (desconocido). . . . . . . | $\overset{+}{N}O^5$ = ácido nítrico. |

*Conversion de la base mas enérgica de la 1.ª serie, en el ácido mas enérgico de la 2.ª*

---

Este cambio tiene lugar esencialmente en virtud de una verdadera combustion de los elementos del amoniaco; y como el nitrógeno es considerado en esta teoría como electro-negativo, comparado con el hidrógeno, y electro-positivo, respecto del oxígeno, bastará que hagamos intervenir 8 equivalentes de oxígeno en la fórmula demostrativa de este primer caso, para dar á entender de qué manera tiene lugar la trasformacion mencionada. En efecto:

$$\overset{-}{N} H^3 + O^8 = \overset{+}{N} O^5 + 3\,HO \text{ (1).}$$

*Conversion del ácido mas enérgico de la 2.ª serie, en la base mas electro-positiva de la 1.ª*

---

Segun es facil deducir por lo que precede, este cambio inverso consiste en suponer que 8 equivalentes de hidrógeno, en estado naciente, es decir bajo la forma alotrópica mas reductora, se unen con los elementos del ácido nítrico de este modo:

$$\overset{+}{N} O^5 + 8\,H = \overset{-}{N} H^3 + 5\,HO.$$

Por último, citaremos en apoyo de la 1.ª opinion los esperimentos de Kulmann, de que nos ocuparemos mas adelante, asi como en comprobacion de la 2.ª recordaremos la accion del ácido nítrico, de una concentracion dada, sobre varios metales, como el zinc y el estaño.

---

(1) Da á esta teoría un caracter de verdad, la produccion de los nitruros metálicos por el *amoniaco* (nunca por los oxácidos de nitrógeno) y los metales. Además, el magnesio metálico se combina con el nitrógeno del amoniaco á la *temperatura ordinaria.* (Woheler, pág. 177.)

En resúmen, los resultados prácticos á que esta teoría tiende son á considerar la molécula del nitrógeno en rotacion contínua del aire al amoniaco, de aquí al ácido nítrico, y vice-versa; siendo en definitiva la atmósfera el grande depósito de este gérmen elemental de vida para las plantas y los animales, como veremos en el curso de esta Memoria.

## II.

### *Estudios cronológicos acerca de la produccion del ácido nítrico.*

---

Segun varios historiadores, Geber ó Yeber (*Abou Moussah Djafar al Sofi*), que floreció á principios del siglo IX, es el primero que menciona, en su tratado de *Alquimia*, la preparacion del ácido nítrico, para lo que aconseja la siguiente receta: «tomad una libra de vitriolo de Chipre (sulfato cúprico), libra y media de salitre y la cuarta parte de una libra de alumbre de Jameni, y en seguida sometedlo todo á la destilacion, con lo que obtendreis un líquido que posee una gran fuerza disolvente.»

*Alberto el Grande*, alquimista famoso que vivió á principios del siglo XI, describe ya con mas exactitud el ácido nítrico, al cual llama *agua prima*, ó filosófica en el primer grado de perfeccion: he aquí la receta que da para obtenerla. «Tomad dos partes de vitriolo romano, »dos de nitro y una de alumbre calcinado; someted estas materias, »bien pulverizadas y mezcladas, á la destilacion en una retorta de »vidrio. Es preciso tener cuidado de tapar perfectamente todas las jun»turas á fin de que no se escapen los espíritus (*ne spiritus possint evapo»rari*): se debe empezar calentando poco el aparato, y elevar luego gra»dualmente la temperatura. El líquido obtenido disuelve la plata (*est »dissolutiva lunæ*).»

Raymundo Lullio, célebre alquimista Mallorquin (nació en la ciudad de Mallorca el año de 1235), publicó hácia 1310 varios trabajos en los que indica, aunque de una manera vaga, las principales propiedades del agua fuerte: parece que la preparaba destilando una mezcla de nitro y arcilla.

Otros alquimistas posteriores á Lullio, como el maestro Ortholano (1558), publicaron varias obras en que se habla de la obtencion y propiedades del ácido nítrico.

Por último, y creyendo inútil detenernos mas acerca de este punto, diremos que Cavendish dió á conocer en 1784 las propiedades de este ácido, y que Gay-Lussac determinó en 1816 su verdadera composicion química.

En resúmen, el ácido nítrico hidratado (agua fuerte) puede obtenerse en gran cantidad por los medios siguientes:

| | | |
|---|---|---|
| 1.° | Destilando el nitro, alumbre y el sulfato cúprico. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | *Geber y Alberto el Grande.* |
| 2.° | Destilando el nitro con arcilla (sílice y alúmina). . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | *Raymundo Lullio.* |
| 3.° | Destilando el nitro con varios sulfatos térreos solubles, como el de magnesia. . . | *Método usado todavía en varios paises.* |
| 4.° | Destilando el nitrato de potasa, y mejor el de sosa, con el ácido sulfúrico. . . . . . | *Método moderno.* |

En la industria se prefiere para esta operacion el nitrato de sosa ó de potasa, por ser menor el precio comercial de aquel, y por el mayor rendimiento en ácido á igualdad de peso; lo cual es debido á que siendo el equivalente del sodio menor que el de potasio, el óxido de sodio posee mayor capacidad de saturacion, y contiene mas dósis de ácido, en 100 partes ponderales, que el de potasa.

En fin, para terminar estas ideas, puramente accidentales respecto del objeto que nos ocupa, diremos que en la práctica se aconseja emplear dos partes de ácido para una de salitre de sosa, no tanto porque absolutamente se forme bisulfato alcalino y no sulfato neutro en esta reaccion química, sino para facilitar (liquidando la masa) la descomposicion del nitro, á la manera que se prefiere, y por un motivo análogo, el ácido hidroclórico al sulfúrico en la obtencion del ácido carbónico mediante un carbonato calizo.

Manifestado ya todo lo relativo á la obtencion directa y en grande escala del ácido nítrico, veamos de estudiar ahora su produccion natural y artificial en ciertas cantidades y en determinadas condiciones, con

lo que nos será luego mucho mas facil comprender el importante acto de la nitrificacion, natural y artificialmente considerada.

Los casos generales de la produccion del ácido nítrico, bajo este punto de vista, son por su orden cronológico los siguientes:

1.° Por la union directa de los elementos del aire, oxígeno y nitrógeno, mediante acciones eléctricas.

2.° Por la fermentacion, eremacausia, ó combustion lenta de las sustancias nitrogenadas de procedencia orgánica.

3.° Por la oxigenacion de los principios constitutivos del amoniaco, bien sea en virtud de acciones eléctricas, ó bien por la influencia de las sustancias porosas.

4.° Por la accion de los cuerpos oxigenantes, como por ejemplo el óxido férrico, ó el sobreóxido de manganeso, etc., sobre el amoniaco.

5.° Por la accion del amoniaco y el aire húmedo sobre ciertas bases poderosas, como la potasa, sosa, cal, magnesia, etc.

*Caso primero.* Ya Cavendish en 1785 demostró la formacion del ácido nítrico, haciendo pasar una serie de chispas eléctricas por una mezcla de aire atmosférico y en presencia de la potasa, contenida en un tubo á propósito, cuyo esperimento se repite en todos los cursos de química. En efecto, llenando los $\frac{2}{3}$ de dos vasos de vidrio (como de medio litro de capacidad) de mercurio, y colocando en ambos vasos las aberturas estremas de un tubo de vidrio, doblado en ángulo ligeramente obtuso, no hay mas que introducir en él mediante una pipeta, primero el aire y luego la potasa. Acto contínuo, se hace comunicar el mercurio de uno de los vasos con una máquina eléctrica, y el mercurio del otro, con el depósito comun, por medio de una cadena metálica: producidas en el interior del tubo cierto número de chispas eléctricas, es facil observar por la concentracion del líquido que sobrenada, la produccion de cierta cantidad de nitrato potásico. Este hecho puede todavía comprobarse en mayor escala, como lo han demostrado Fremy y Edmundo Becquerel, haciendo pasar una serie de chispas eléctricas producidas por un aparato de Ruhmkorff á través del aire encerrado en una vasija conveniente: á los pocos instantes de comenzar el esperimento aparecen ya los vapores rutilantes, señal evidente de la union del oxígeno con el nitrógeno.

Los trabajos de Davy, Teodoro de Sausure y Liebig, han demostrado plenamente la presencia del *nitrato de amoniaco*, en las primeras aguas de lluvia despues de una tempestad.

*Caso segundo.* Todos los elementos que agrupados en moléculas complejas constituyen los principios inmediatos de los seres organizados, se resuelven en sus factores al cesar la fuerza vital que les unia en el individuo viviente; el hidrógeno vuelve al depósito comun, la atmósfera, bajo la forma de agua, el carbono bajo la de ácido carbónico, el azufre en la de hidrógeno sulfurado ó ácido sulfúrico, y el nitrógeno, en fin, bajo la de amoniaco. Pues bien, al metamorfosearse de esta manera la molécula de azoe pasa con suma frecuencia á ácido nítrico en virtud del oxígeno del aire, como puede demostrarse enterrando bajo una capa húmeda de cal, por ejemplo, y al influjo de cierta temperatura (unos 30°), cualquiera sustancia de orígen orgánico, como carne, sangre ú orines: al cabo de cierto tiempo la análisis demuestra la produccion de no pequeña cantidad de *nitrato cálcico*. Además es un hecho plenamente demostrado, que todos los terrenos inmediatos á los cementerios contienen una proporcion notable de nitrato de cal, formado indudablemente de la misma manera. (Malaguti.)

*Caso tercero.* Kulmann ha sido el primero que demostró esperimentalmente la combustion rápida, inmediata, de los elementos constitutivos del amoniaco, á espensas del oxígeno del aire, cierta temperatura, y la presencia de varias sustancias porosas, como el musgo de platino, la piedra pomez, etc. Nada mas sencillo, por otra parte, que repetir este curiosísimo hecho; para ello se dispone un tubo horizontal de vidrio abierto por ambos estremos, pero uno mas estrecho que el opuesto, y en comunicacion á la vez con un aparato productor de amoniaco y un gasómetro lleno de aire, ó bien en relacion con la atmósfera por cualquier medio adecuado. Montado así el aparato, y puesta préviamente hácia la estremidad estrecha del tubo la esponja de platino, no hay mas que calentarla con una lámpara de alcohol y graduar el tránsito á través de ella de los gases mencionados: al poco tiempo se observa la produccion de ácido nítrico y de nitrato amónico, que puede recogerse, hasta cristalizado, mediante la evaporacion del líquido en donde se condensa el producto.

Si en vez de hacer el esperimento de esta manera, se produce la mezcla de aire y amoniaco dentro de un globo de cristal, bastante capaz, y dispuesto de manera que pueda trasmitirse á su interior una série de chispas eléctricas, se obtendrá igual resultado que en el esperimento de Kulmann, es decir, se producirá ácido nítrico y nitrato amónico.

*Caso cuarto.* El mismo químico referido ha demostrado esperimentalmente, que haciendo pasar amoniaco á través del óxido férrico hidratado y potasa, ó sobre el bióxido de manganeso y dicho álcali, se produce igualmente ácido nítrico, que queda unido á la potasa: por lo demás, el aparato está reducido á un frasco de cristal en que se coloca una disolucion de potasa cáustica y el hidrato de óxido férrico, ó el bióxido de manganeso. Hecho esto, no hay mas que dirigir á través de este líquido la corriente de amoniaco: filtrado y evaporado el producto, se obtiene nitrato de potasa cristalizado.

*Caso quinto.* Finalmente, Gerhardt demostró á su vez que por la accion del aire húmedo y del amoniaco sobre las bases poderosas, como la potasa, sosa, cal, etc., se formaba tambien cierta cantidad de nitratos alcalinos ó térreos, á espensas del oxígeno del aire y del nitrógeno del amoniaco.

## III.

### *Discusion de las teorías referentes á la esplicacion de los hechos anteriores.*

La produccion del ácido nítrico por la union directa de los elementos constitutivos del aire, oxígeno y nitrógeno, bajo la influencia de la electricidad, puede esplicarse por dos teorías; es la primera suponer que por efecto de la chispa eléctrica ambos gases se unen, á la manera que lo efectuan el oxígeno y el hidrógeno en el pistolete de Volta, ó en un eudiómetro, es decir, *por la temperatura* inherente al fluido eléctrico producido en semejantes circunstancias; la segunda teoría, que es á la que nosotros nos inclinamos, atribuye dicha union al tránsito á *ozono* del oxígeno normal del aire, á beneficio del mencionado fluido; hecho que siempre se verifica esperimentalmente, por cuya razon cons-

tituye el mejor procedimiento para obtener el ozono: y como quiera que trasformado el oxígeno normal en este estado alotrópico, queda apto para unirse directamente al nitrógeno de la atmósfera, resulta que para la cuestion presente la teoría parece estar muy de acuerdo con lo que nos enseña el estudio esperimental del ozono. Además, admitiendo esta hipótesis, somos consecuentes con nuestras ideas sobre los compuestos nitrogenados: en efecto, si es una verdad demostrada por la esperiencia que el ozono, ú oxígeno alotrópico, posee un poder comburente mayor que el oxígeno normal, como lo prueba su union directa con la plata, la descomposicion que ejerce sobre el yoduro potásico, etc., nada mas lógico que admitir que el nitrógeno del aire se haga mas electro-positivo á medida que el oxígeno ascienda mas tambien en la escala eléctrica opuesta, como sucede siendo ozono. y que llegado este caso, es decir, rota por la accion eléctrica la homogeneidad química que, en apariencia al menos, existe entre el azoe y el oxígeno normal, ambos cuerpos se unan á causa del nuevo antagonismo en que se encuentran.

Respecto á las teorías mas admisibles para esplicar la formacion del ácido nítrico, mediante la metamórfosis que bajo el nombre de putrefaccion esperimentan las sustancias azoadas, privadas de la fuerza vital, tambien pueden en rigor reducirse á dos: consiste la primera en generalizar en cierto modo al presente caso la teoría de los fermentos, dada por Liebig; la cual consiste esencialmente en suponer que vencida la inercia de los átomos complejos, *ó puestos en movimiento por una causa cualquiera, pueden comunicar dicho movimiento á los átomos de otro cuerpo que se halle en condiciones á propósito para esperimentarle.* En este caso, bastará que el oxígeno del aire imprima el impulso en cuestion, bajo la influencia de la humedad, temperatura, etc., para que destruida la inercia de la molécula orgánica compleja, recorran sus elementos mas ó menos rápidamente segun las circunstancias, toda la série de trasformaciones metamórficas ya mencionadas, hasta resolverse en los compuestos minerales mas sencillos: entonces es cuando, segun el espíritu de esta teoría, al trasformarse el hidrógeno en agua, el carbono en ácido carbónico, y el azufre en hidrógeno sulfurado, ó en ácido sul-

fúrico, puede el nitrógeno, sobre todo, hallándose en abundancia y en estado naciente, *quemarse tambien*, es decir, oxigenarse, produciendo ácido nítrico; fenómeno que en semejante hipótesis constituye lo que algunos químicos entienden, en sentido figurado, por *fermentacion del nitrógeno*.

La segunda teoría supone, que por efecto de la série de reacciones químicas que se verifican entre el oxígeno del aire y los elementos de dichas sustancias orgánicas privadas de la influencia vital, hay, como en todos los fenómenos químicos, desarrollo de electricidad, y que esta trasforma en ozono ú ozoniza cierta cantidad de oxígeno atmosférico, á la manera que se verifica cuando el fósforo se oxida en presencia del aire húmedo. (Schœnbein, método para obtener el ozono.) Admitido esto queda el caso igual al primero, esto es, que el nitrógeno se une directamente al oxígeno ozonizado, constituyendo el ácido en cuestion.

Para esplicar la trasformacion del amoniaco en ácido nítrico, bajo el influjo de acciones eléctricas, ó en presencia de las sustancias porosas, podemos igualmente servirnos de dos teorías principales, que sintetizan como en lo que precede las opiniones parciales con que varios químicos han esplicado estos fenómenos. Es la una suponer que, por efecto de la electricidad, el oxígeno se cambia en ozono y este quema los elementos del amoniaco, produciendo agua y ácido nítrico

$$(NH^3 + O^8 = NO^5 + 3HO):$$

opinion que se halla plenamente confirmada por la esperiencia, hasta el punto de ser esta cualidad del ozono uno de los caracteres que le diferencian del oxígeno normal. (Pelouze, tomo 1.°, pág. 195.)

La otra teoría es mas bien aplicable al hecho que demostró por vez primera Kulmann, á saber, la conversion del amoniaco en ácido nítrico bajo la influencia del oxígeno del aire y varias sustancias porosas, como por ejemplo la esponja de platino, la piedra pomez, etc.: aquí la hipótesis está reducida á admitir, para dar esplicacion á este orden de hechos, una fuerza particular á quien Berzelius dio el nombre de catalítica ó de contacto. Sin embargo, hay químicos que creen que la porosidad de di-

chas sustancias dispone en sus intersticios ó poros, de un modo particular estos gases, disminuyendo su enrarecimiento, y dándoles en fin condiciones electro-químicas especiales que les hace aptos ya, como en la lámpara de hidrógeno, para contraer combinaciones que en los casos normales son incapaces de producir. Otros químicos suponen que, por efecto del contacto entre estos gases y el platino dividido, se desarrolla electricidad, y que esta origina todos los fenómenos de que nos hemos hecho cargo anteriormente. Segun nuestra humilde opinion, es probable que haya ambas cosas á la vez en la produccion del ácido nítrico por este último medio (la esponja de platino), es decir, influencia eléctrica desarrollada por choque ó contacto, y condensacion gaseosa.

Respecto á la teoría que mejor esplica el hecho demostrado por Kulmann y comprendido en el 4.° caso, á saber, la trasformacion en ácido nítrico de los elementos del amoniaco puesto en contacto con ciertos cuerpos oxigenantes, como el óxido férrico, el sobreóxido de manganeso, etc., la mas admisible en nuestro juicio, consiste en considerar para el presente caso una accion análoga á la que tiene lugar con el óxido férrico de los glóbulos sanguíneos (sangre arterial) en la teoría de Liebig acerca de la respiracion. En efecto, así como de las ideas de este distinguido químico, se desprende que la sangre arterial representa una corriente de oxígeno trasportado en el organismo por el hierro de los referidos glóbulos, y en tal disposicion que puede quemar á la temperatura del cuerpo humano, los elementos combustibles arrastrados en el torrente circulatorio, por la sangre venosa, así tambien nosotros creemos que en los terrenos ricos en restos vejetales (humus, turba, etc.), á la vez que abundantes en óxido férrico, este cede parte de su oxígeno al carbono é hidrógeno de dichas sustancias, dando orígen á agua, ácido carbónico y carbonato ferroso, rápidamente trasformable (en presencia del aire y de la humedad) en hidrato de sesquióxido. Entonces es cuando puede unirse directamente el nitrógeno naciente de las referidas sustancias con el oxígeno atmosférico, ó bien formar préviamente amoniaco á espensas de su hidrógeno ó de los elementos del agua; cuyo amoniaco sufre en definitiva la metamórfosis nítrica ya mencionada. Tambien es posible que el ozono formado, por efecto de estas trasfor-

maciones, contribuya tambien en este caso á la produccion del ácido nítrico.

Finalmente, puede esplicarse la produccion del ácido nítrico por la accion del amoniaco y el aire húmedo sobre ciertas bases poderosas (potasa, sosa, cal, etc.), admitiendo que la afinidad predisponente de estas bases, para con un ácido enérgico que pueda formarse á espensas de los elementos allí presentes, determina la combustion del hidrógeno y nitrógeno del amoniaco, como se verifica por la accion de contacto, ó catalítica del musgo de platino; ó bien, por una causa análoga á la que determina la produccion del hidrógeno protocarbonado calentando el acetato de sosa (sal constituida por un ácido debil y una base poderosa) en presencia de la potasa y de la cal (bases enérgicas) con lo que se forman carbonatos alcalinos y térreos (sales mucho mas estables que el acetato) á espensas de los elementos del ácido primitivo.

## IV.

### *Estudios esperimentales acerca de la nitrificacion, propiamente dicha, y discusion de las diversas teorías que con ella se relacionan.*

---

Despues de lo espuesto en el párrafo precedente, es imposible dejar de reproducir en el actual la mayor parte de los hechos relacionados con la produccion del ácido nítrico, punto de partida, digámoslo así, de la nitrificacion propiamente dicha, supuesto que en rigor esta queda reducida en muchos casos á la descomposicion de los carbonatos alcalinos y térreos ó alcalino-térreos por el ácido nítrico, y saturacion de las bases respectivas por él con eliminacion del ácido carbónico; efecto que en determinadas circunstancias puede ser rápido (tempestades), en otras lento (combustion del amoniaco, eremacausia de los restos de sustancias orgánicas, etc.), y en otras en fin bastante remoto, por la serie de dobles descomposiciones que se verifican, segun mas adelante estudiaremos.

De todas maneras, y no queriendo dar á esta memoria mas estension que aquella que en nuestro juicio debe tener, procuraremos condensar lo mas posible cuanto se relacione con la nitrificacion propia-

mente dicha, en los hechos esperimentales siguientes, de una realidad innegable.

1.° El aire atmosférico fuertemente ozonizado, produce en presencia del agua de cal cantidades apreciables de nitrato de cal. (Scoutetten, página 37.)

2.° Toda agua de lluvia, pero especialmente la caida despues de una tempestad, contiene nitrato de amoniaco. (Pelouze, tomo 1.°, última edicion, pág. 234.)

3.° Todas las sustancias de orígen orgánico (sobre todo las de procedencia animal) en presencia de bases térreas ó alcalino-térreas, y bajo la influencia del aire, humedad y cierta temperatura, determinan constantemente la produccion de nitratos de dichas bases; hecho que puede comprobarse analizando las tierras inmediatas á los cementerios. (Malaguti, última edicion, tomo 1.°, 2.ª seccion, pág. 649.)

Además de estos tres hechos fundamentales, perfectamente demostrados, y que segun nuestra opinion compendian todos los casos de nitrificacion mas principales, podemos agregar como apéndice los últimos esperimentos de Mr. Kulmann relativos al asunto que nos ocupa, á saber: 1.° se obtiene nitrato potásico pasando una corriente de amoniaco á través de una disolucion de potasa é hidrato de óxido férrico; 2.° igual sal resulta calentando bicromato potásico y sulfato amónico ácido; 3.° y en fin, se obtiene nitro, ejecutando la misma operacion con sobreóxido de manganeso, potasa y sulfato amónico ácido.

Clasificados metódicamente los principales hechos sobre que descansa la nitrificacion en general, pasemos á esponer con el mismo orden ciertos detalles correspondientes á los mismos hechos, para que nos sea luego mas facil la discusion de las teorías que pretenden esplicarlos.

*Formacion del nitrato de cal, ó de potasa, mediante estas bases y el aire ozonizado.*

---

Para demostrar esto, no hay mas que obligar al aire (mediante un frasco aspirador) á que pase, previamente ozonizado por el método de

Schœnbein (un gran matraz de vidrio con algunos centímetros cúbicos de agua y cilindros de fósforo que sumergidos en ella sobresalgan la mitad de su longitud total, y en fin, favorecer la ozonizacion con la temperatura de 20 á 34°) á través del agua sobresaturada de cal y contenida en 2 ó 3 frascos de Wolff: segun el volúmen del aire ozonizado y la cantidad del agua caliza, así es mayor ó menor la produccion del nitrato cálcico.

Un químico Italiano, M. de Luca, ha llegado á obtener por este medio una notable cantidad de nitrato de potasa; para ello, ha hecho pasar aire ozonizado húmedo durante tres meses (octubre, noviembre y diciembre de 1855), y especialmente por la noche, á través de potasio y de potasa pura. El volumen total de aire empleado fué de 7 á 8 mil litros; aisló el nitrato de potasa por medio de la cristalizacion. La forma particular del aparato de que hizo uso (véase les Comptes-rendus de la Academia de ciencias de París del 31 de diciembre de 1855, pág. 1251) permitia que antes de ozonizarse el aire, á su tránsito por un gran matraz de vidrio, provisto de fósforo y agua, se filtrara por algodon cardado, asi como tambien que en otras secciones de dicho aparato provistas de potasa y ácido sulfúrico, el aire se despojara de las sustancias flotantes y nitrogenadas.

*Demostracion esperimental de la existencia del nitrato de amoniaco en el agua de lluvia (en especial la caida despues de una tempestad).*

---

El esperimento de Cavendish, de que ya hemos hecho mencion en el párrafo segundo de esta memoria, indujo á creer á los químicos que los elementos del aire, oxígeno y nitrógeno, podrian combinarse en una escala notable bajo las importantes descargas eléctricas que preceden ó acompañan á ciertas tempestades; y en efecto, en el año de 1827, Liebig publicó en Giessen (véase Scouttetten, pág. 83) los resultados analíticos de 77 resíduos obtenidos por la destilacion de otras tantas especies de agua de lluvia recojidas en vasijas de porcelana: de estas 77 muestras de agua, 17 procedian de lluvia tempestuosa, y en todas ellas evidenció la presencia del ácido nítrico unido á la cal ó al amoniaco.

Analizando recientemente Mr. Barral, el agua recojida todos los dias en el observatorio de París, ha demostrado que dicho líquido *contiene constantemente nitrato de amoniaco*, si bien la cantidad de esta sal varía mucho con las estaciones: aumenta en verano y disminuye en invierno. Un metro cúbico de agua de lluvia contiene término medio $22^{gr}.7$ de nitrato de amoniaco, lo que respecto al clima de París corresponde á 31 kilógramos de nitrógeno suministrado en un año por las aguas de lluvia á cada hectárea de tierra. (Barral; véase Pelouze, última edicion, pág. 234.)

Por último, puede demostrarse el hecho de la nitrificacion con las sustancias orgánicas y las bases alcalinas ó térreas, de la manera siguiente: se forma una especie de plataforma cuya superficie sea próximamente de 1 pié cuadrado, construida con ladrillo y una lechada espesa de yeso, hecho esto se coloca una capa de arena lavada y seca, que ofrezca como 1 centímetro de espesor, y en fin, se riega con una mezcla de sangre alcalinizada con una legía de potasa cáustica. Removida bien la arena así preparada, se cubre la plataforma con una campana de vidrio, y se coloca en una estufa.

A las 48 horas se obtiene por locion un líquido en el que los reactivos demuestran plenamente la presencia del nitrato potásico.

La asociacion de orines, tierra vejetal, estiercol (especialmente el del ganado lanar), y en fin, de todo género de restos orgánicos, á las tierras ricas en carbonatos calizos, magnesianos, y á ser posible alcalinos, produce en un tiempo mas ó menos lejano, iguales resultados que en el esperimento que acabamos de indicar. (Regnault, edicion española, tomo 2, pág. 129.)

### *Discusion de las teorías relativas á la nitrificacion.*

---

La primera teoría que, conforme al orden de los hechos precedentes, debemos mencionar, es aquella que tiende á esplicar la union directa de los elementos del aire, nitrógeno y oxígeno, bajo la influencia de la electricidad atmosférica, en cuyo caso, y segun la esperiencia demuestra, el oxígeno se ozoniza y entra en combinacion directa con el azoe,

produciendo el ácido nítrico, que arrastrado por la lluvia, y en presencia de los carbonatos térreos ó alcalinos de los terrenos con quien se halla en contacto, los descompone, originándose nitratos de estas bases, y desprendiéndose el ácido carbónico.

La ecuacion siguiente puede dar una idea aproximada de esta reaccion:

*Primer período.*

$$N + \underbrace{5\,\overline{O}}_{ozono.} + HO = NO^5, HO$$

*Segundo período.*

$$CaO, CO^2 + NO^5, HO = CO^2 + CaO, NO^5\ HO.$$

En apoyo de esta teoría militan, no solamente las pruebas esperimentales directas antes consignadas, sino lo que diariamentenos dice la práctica en las nitrerías artificiales relativamente al beneficio de las murallas y paredones viejos, asi como la lexiviacion de los terrenos estériles, tales como el de los desiertos del Africa, en donde no hay el menor resto de vegetacion, y las planicies de América (1) y la India, privadas igualmente del mas ligero indicio vegetal, pero en donde sin embargo son tan frecuentes las tempestades. A los efectos pues, de este poderoso agente ozogénico, y no á ninguna otra causa, debe atribuirse la nitrificacion en semejantes circunstancias; ¿pero es debido este último resultado á una accion simple ó compleja, es decir, descompone directamente el ácido nítrico de la atmósfera tempestuosa los carbonatos del terreno, ó

---

(1) La pampa del Tamaragual, elevada cerca de 1000 metros sobre el nivel del Océano Pacífico, presenta yacimientos notables de salitre. Los Peruanos dan el nombre de *caliche* á una mezcla natural de arena, arcilla y salitre, figurando éste en la proporcion de 20 hasta 65 por 100; la mezcla es tan dura que es preciso emplear la pólvora para esplotarla. El caliche forma capas de 2 á 3 metros de espesor, sobre una estension de mas de 400 metros: en el período de cinco años (1850 al 55), ha escedido á mas de tres millones de quintales la esportacion del salitre de Taracapa. (Boussingault; véase Malaguti, última edicion, tomo 1.°, 2.ª seccion, página 544.)

bien se produce al propio tiempo, y á expensas de la accion eléctrica, nitrato de amoniaco, el cual á su vez origina una doble descomposicion con dichas bases carbonatadas?

Los esperimentos de Cavendish, Fremy y de Edmundo Becquerel (Pelouze, t.° 1.°, página 555), asi como las análisis de Liebig y Barral de las aguas de lluvia tempestuosa, nos hacen creer en los dos efectos á la vez, bajo la influencia de una misma causa (la electricidad); es decir, que segun nuestra opinion, el poderoso agente meteorológico engendra el ozono á la vez que el amoniaco, formado á expensas de los elementos del agua descompuesta por dicho fluido, y acto contínuo tiene lugar la reaccion química de todos conocida, á saber; la combustion, á espensas del ozono de los elementos del amoniaco, produciéndose agua y ácido nítrico que, no bien ha sido engendrado, se une ávidamente al amoniaco para formar nitrato de amoniaco, el cual es arrastrado por las lluvias á la superficie de la tierra. Aqui tiene lugar finalmente una doble descomposicion, que podemos formular de la manera siguiente:

$$NH^3\,HO, NO^5 + Ca\,O, CO^2 = Ca\,O, NO^5 + NH^3\,HO, CO^2.$$

A su vez el carbonato de amoniaco se volatiliza, y quemado por el ozono origina nueva cantidad de ácido nítrico, que en circunstancias dadas puede ya atacar directamente los carbonatos térreos y producir nueva cantidad de nitrato cálcico. (Girardin, t.° 1.°, pág. 555.)

En resúmen, segun nuestra manera de ver, la nitrificacion se efectua en el caso que nos ocupa, en virtud de la série de reacciones siguientes:

1.ª Trasformacion en ozono del oxígeno del aire y produccion de amoniaco á espensas de los elementos del agua atmosférica: ambos efectos son debidos á una misma causa; la electricidad.

2.ª Combustion de los elementos del amoniaco por accion química del ozono preexistente, con lo que se origina agua y ácido nítrico, y nitrato de amoniaco.

3.ª Doble descomposicion producida entre el nitrato amónico y los carbonatos térreos.

4.ª Combustion, mediante el ozono atmosférico, del carbonato de amoniaco resultante por la reaccion precedente.

5.ª Accion directa del ácido nítrico, engendrado, sobre los carbonatos térreos.

Semejante opinion está justificada, por una parte, en los hechos constantes de la produccion directa del ácido nítrico, reaccionando el ozono sobre el nitrógeno y sobre el amoniaco; y por otra, en la existencia del nitrato amónico en las aguas de lluvia, y en fin, por la doble descomposicion del nitrato amónico y los carbonatos térreos.

Respecto á la teoría que mejor esplique la nitrificacion lenta, teniendo en cuenta el segundo hecho, á saber, la existencia constante del nitrato de amoniaco en las aguas de lluvia, nos parece que tambien intervienen dos causas: 1.ª la accion del oxígeno del aire sobre los elementos del amoniaco (despues de la doble descomposicion entre el nitrato y los carbonatos térreos); 2.ª la accion porosa, catalítica ó de presencia ejercida por la estructura especial de dichas bases. Por manera que, en definitiva, tiene aqui lugar una accion semejante á la que ofrece la esponja de platino en el esperimento de Kulmann, produciéndose entre los elementos del amoniaco (siempre albergado en la masa superficial de las arcillas, dolomias, calizas, etc.) y el oxígeno del aire, agua y ácido nítrico, en esta forma:

$$NH^3 + O^8 = NO^5 + 3\,HO.$$

Respecto á la manera mas racional de esplicar la nitrificacion mediante la intervencion de las sustancias orgánicas, el aire y las bases, admitimos desde luego la eremacausia del amoniaco, penúltimo producto en estas circunstancias del nitrógeno elemental de aquellas, supuesto que la última fase verdadera del azoe al mineralizarse, si nos es permitida esta palabra, es el ácido nítrico y el nitrato amónico; por consiguiente, aquí suceden tambien dos fenómenos: 1.º produccion de amoniaco y combustion parcial de este, debida al ozono, formado á consecuencia de las reacciones químicas que presiden á toda fermentacion, y al existente naturalmente en el aire; 2.º reaccion del nitrato amónico sobre las bases carbonatadas, segun dijimos respecto del primer caso.

Por manera que en rigor pueden reducirse á dos principalmente todas las causas de la nitrificacion.

1.ª Union directa del oxígeno ozonizado con el azoe del aire, en virtud de grandes descargas eléctricas (tempestades), y descomposicion ulterior de los carbonatos por el ácido constituido.

2.ª Produccion de amoniaco y combustion de los elementos de esta base, sea por el ozono atmosférico, ó bien por el formado en virtud de reacciones químicas (putrefaccion), ó bien en fin por el oxígeno normal del aire favorecido por la porosidad y la accion catalítica.

Réstanos, para terminar esta parte, dar la teoría de la formacion del nitrato potásico producido en virtud de las últimas reacciones estudiadas por Kulmann, y son las siguientes:

1.ª Hacer pasar amoniaco á través de potasa, agua y óxido férrico: aqui sucede que el óxido férrico cede su oxígeno al amoniaco, se forma ácido nítrico, nitrato potásico, agua, y reducido el óxido al estado ferroso, vuelve á absorber oxígeno para pasar á sesquióxido, en esta forma:

$$KO + NH^3 + 8\,Fe^2O^3 = KO,NO^5 + 3\,HO + 16\,Fe\,O.$$

Regeneracion del óxido férrico.. $16\,Fe\,O + O^8 = 8\,Fe^2O^3$.

2.ª Hervir bicromato potásico con sulfato amónico ácido: el bicromato potásico obra en contacto del sulfato ácido de amoniaco como si fuera en presencia del ácido sulfúrico, esto es, produciendo oxígeno que oxidando al amoniaco, forma ácido nítrico, el cual se une á la potasa: por manera que en definitiva, se forma sulfato y nitrato potásico, y un sub-sulfato de cromo que queda como insoluble en el líquido.

3.ª Y por último, calentando sobreóxido de manganeso, potasa y sulfato amónico ácido; aquí sucede una cosa semejante á la anterior, por lo cual no la formulamos: el sobreóxido cede oxígeno al amoniaco, se forma agua y ácido nítrico que se une con la potasa. El ácido sulfúrico se combina con la potasa y el protóxido de manganeso.

## V.

Espuestas y discutidas ya las mas importantes teorías relativas á los principales casos de nitrificacion, pasaremos á hacernos cargo de los mejores medios prácticos que, sobre todo en España, pueden adoptarse para favorecer la nitrificacion natural. Estos medios están esencialmente reducidos á dos, á saber:

1.° Obtencion del amoniaco por el método de Margarite, y combustion de él mediante uno de los procedimientos de Kulmann (óxido férrico, sobreóxido de manganeso, etc.) en presencia de las bases.

2.° Someter á una fermentacion conveniente varias sustancias orgánicas, tales como orines, estiercol, tierra vegetal ó restos animales, en presencia del óxido férrico, de bases porosas, y bajo la influencia del aire seco y caliente.

*Primer método.* Margarite (1) ha conseguido obtener amoniaco producido á espensas del nitrógeno de la atmósfera, á cuyo fin procede de la manera siguiente: toma el óxido bárico preparado por cualquiera método, y mezclándole con carbon le sujeta á la accion combinada de un fuerte calor y de una corriente de aire, con lo que se convierte en cianuro bárico; acto contínuo somete el cianuro formado á la temperatura de 300° y á la accion del agua en vapor, por cuyo medio se desprende en forma de amoniaco la totalidad de nitrógeno contenido en el cianuro. El óxido de bario vuelve á quedar regenerado, digámoslo así, para producir nueva porcion de cianuro en presencia del aire y del carbon; por manera que con una cantidad dada de óxido bárico es posible, como en el método de Boussingault, para obtener el oxígeno, preparar cantidades casi indefinidas de amoniaco, á espensas del nitrógeno de la atmósfera; hecho de suma importancia para la agricultura y la industria nitrera, y que ha valido á su autor el primer premio en la esposicion agrícola habida en Francia el año anterior.

Obtenido el amoniaco de este modo y á tan bajo precio, se le hace pasar, mezclado con aire caliente, á través de tubos de hierro conve-

(1) Comptes rendus, t. L, pág. 1100; Junio, 1860.

nientemente calentados y en cuyo interior se halla una mezcla de carbon, arena, cal apagada y muy dividida, carbonato sódico, y en fin, óxido férrico con cierta porcion de sobreóxido de manganeso: de este modo se producen, mediante la reaccion antes mencionada, nitratos de cal y de sosa, los que son ulteriormente convertidos en nitrato potásico, en virtud de la doble descomposicion de que nos ocuparemos mas adelante.

*Segundo procedimiento.* Este método, que es el antiguo, puede muy bien aplicarse á varias provincias de España (en especial las meridionales, como Andalucía, Murcia, Valencia, y Mancha Alta y Baja). Consiste en amontonar ó apilar los terrenos *humíferos* y á base arcilloso-caliza, dejándolos espuestos por espacio de muchos meses y aun de años á la accion de los vientos fuertes, pero removiendo la tierra cuando reine en el pais el que vulgarmente llaman *solano* (sobre todo en la Mancha), por ser el viento mas seco y caliente. Además, y con el objeto de facilitar la nitrificacion, debe recojerse con esmero la costra del terreno (unos seis dedos de espesor) de los apriscos y rediles en donde haya permanecido por mucho tiempo el ganado lanar, y agregarla á las tierras nitrificables. Por último, en los sitios en donde sea abundante el estiercol del ganado rumiante y caballar, puede adoptarse la práctica siguiente: se construye con arcilla gredosa una era impermeable, que se cubre con un cobertizo de caña, adobe ó zarzal; hecho esto se colocan las tierras calizas, lo mas divididas posible, y préviamente mezcladas con tierra vegetal, estiercol, carbon y escoriales de fragua (1), bien disgregados. Dispuesto todo de esta manera, se riegan y revuelven de cuando en cuando las tierras con orines y aguas de estiercol; en fin, se procura á toda costa tres cosas: 1.ª renovar las superficies; 2.ª colocar la masa nitrificable á la accion del viento mas fuerte, seco y caliente que reine en el pais; y 3.ª verter, bien sea á mano ó con bombas,

---

(1) El óxido férrico quema, segun ya hemos dicho, los elementos del amoniaco producido por la putrefaccion de las sustancias orgánicas; queda reducido á óxido ferroso, y al absorber otra vez el oxígeno del aire para peroxidarse, vuelve á formar amoniaco, como siempre que dicho fenómeno se verifica. (Malaguti, 1.ª parte, 2.ª seccion, pág. 780.)

los líquidos procedentes de la locion trimestral de estas tierras (recojidos en estanques ó zanjas de mucha superficie y poco fondo) sobre muros construidos con yeso, cenizas de sarmiento, encina, olivo, etc., y arena, de manera á formar un espesor que sea perfectamente permeable por los dos planos. Escusado es advertir que los líquidos escedentes deben volver otra vez á las zanjas ó depósitos primitivos. A medida que aparezcan las eflorescencias sobre el muro ó tapias mencionadas se recojen, para unirlas á los demás productos que han de constituir el salitre impuro.

Creemos que es mucho mas conveniente para esta clase de nitrificacion artificial, preparar antes en los establos, caballerizas, y sobre todo en los apriscos, la tierra semi-nitrificada por un método análogo al anterior, y trasladarla dispuesta de este modo á la accion complementaria del aire seco y del hierro.

Desde que en varios puntos de Europa, como por ejemplo en Inglaterra y Francia, es ya libre el comercio del nitro, puede decirse que han desaparecido casi por completo tambien las nitrerías artificiales. Sin embargo, nosotros creemos que debe facilitarse todo lo posible en nuestro pais esta industria, particularmente en los puntos en que sean mas beneficiosas las circunstancias del terreno y demás referidas.

## VI.

### *Medios de trasformar los nitratos térreos en el de potasa.*

Para convertir las tierras nitrificadas, y por tanto ricas en nitratos térreos, en el nitrato impuro de potasa, se las sujeta á una série de lexiviaciones con cenizas vegetales del interior de los continentes, es decir, potásicas, ó bien empleando sucesivamente y con el mismo objeto, primero una disolucion muy concentrada de *cal cáustica*, luego otra del *sulfato sódico*, y por último otra disolucion de *cloruro potásico*. Veamos de esplicar las reacciones que tienen lugar por este método.

Las tierras salitrosas, tratadas por agua, ceden á este líquido todos los nitratos de magnesia, cal, potasa, y en fin, de sosa, que poseen

pues bien, la cal cáustica descompone el nitrato magnésico, precipita el óxido térreo y se une á su ácido, lo cual puede justificarse mediante un esperimento directo, esto es, tratando el nitrato magnésico por el agua de cal. Por consiguiente, las aguas salitrosas solo contienen, despues de tratadas por la cal, *nitratos cálcico*, *potásico* y *sódico:* en tal disposicion se vierte el sulfato de sosa, el cual únicamente actúa sobre el *nitrato cálcico* produciendo sulfato de cal (yeso) y nitrato de sosa. En fin, se trata luego el resíduo salitroso por cloruro potásico, quien en virtud de una de las leyes de Berthollet (la de menor solubilidad de las sales por via húmeda) descompone el nitrato sódico, originándose *nitrato potásico* y *cloruro sódico.*

En toda la provincia de la Mancha siguen una práctica bastante ingeniosa y acertada, reducida á lo siguiente: empotran en barro los fondos agujereados de tinajas análogas á las del Toboso, y á seguida colocan en su interior un redondel de estera (capacho), sobre el cual colocan una capa de cenizas, luego vierten las tierras salitrosas, y por último las lixivian con aguas procedentes de anteriores operaciones. El líquido va filtrando poco á poco y cae en una especie de barreños de yeso impermeable, construidos debajo de las tinajas. Evaporados espontáneamente al aire estos primeros líquidos, colocados en trozos longitudinales de las mismas vasijas, abandonan lo que en el pais llaman *clavos del salitre*, es decir, el salitre impuro, el cual suelen disolver nuevamente para cristalizarle segunda vez.

Desecado este salitre impuro, le llevan á vender á las fábricas de refinacion que bajo la dependencia del cuerpo de Artillería tiene el Gobierno establecidas en varios puntos (Tembleque, Alcazar de San Juan, etc.), y allí, mediante una prueba basada en la solubilidad y cristalizacion comparativas, entre estos nitros con otros químicamente puros, los salitreros reciben el precio de su mercancía con arreglo al del nitrato potásico real que contengan.

En otras fábricas, analizan el nitro deflagrando en un crisol enrojecido una mezcla de 20 gramos de salitre impuro, 5 gramos de carbon y 80 de sal comun, por cuyo medio trasforman todo el nitro en carbonato potásico: tratada la masa por agua resulta una legía, que acto contínuo

someten á un ensayo alcalimétrico. La cantidad del álcali real representa la del nitrato potásico ensayado.

Respecto á la refinacion del nitro, consiste en purificarle por repetidas cristalizaciones; práctica fundada en la menor solubilidad del nitrato potásico en agua fria que en caliente. En efecto, 100 partes de agua á 97° disuelven 236 de nitrato potásico, mientras que á 18° solo disuelven 29.

## VII.

*Manera de reconocer los nitratos existentes en corta porcion en las tierras arables, y método mejor y mas facil para apreciar su cantidad absoluta.*

---

El medio mas práctico y sencillo para reconocer un nitrato cualquiera, es el siguiente: se toma la sustancia térrea, y colocada sobre un filtro de papel Berzelius se añade sobre ella una corta porcion de agua destilada, caliente, y á seguida se reciben sobre una copa bien limpia, ó sobre un tubo de ensayo, las primeras gotas del líquido que filtre: hecho esto, se coloca un cristalito de sulfato ferroso, y se agregan una ó dos gotas de ácido sulfúrico concentrado. Por pequeña que sea la cantidad de nitrato que exista en la tierra ensayada, producirá la coloracion café característica sobre la superficie del cristalito de caparrosa, ó bien constituirá una zona de color de café en el mismo líquido.

Hay otro método muy ingenioso, debido á Mr. Bucherer (1), y que segun el autor permite descubrir la presencia de $\frac{1}{1000000}$ de ácido nítrico en un líquido cualquiera; este método consiste en las operaciones siguientes:

1.ª Tratar las tierras por agua destilada y filtrar.

2.ª Eliminar por los métodos ordinarios los cloruros y bromuros.

3.ª Diluir el líquido que se ha de ensayar.

4.ª Introducir 4 ó 5 centímetros cúbicos del líquido anterior en un tubo cerrado por un estremo, y añadir limaduras de cobre y 3 ó 4 gotas de ácido sulfúrico.

---

(1) Comptes rendus, t. 48, pag. 990; mayo, 1859.

5.° Se hierve, y acto contínuo se llenan las 9 décimas partes del tubo de agua destilada y se agregan algunas gotas de ioduro potásico.

6.° Por último, se añade sulfuro de carbono, que disolverá el iodo colorándose en el hermoso matiz violeta, característico, por pequeña que sea la porcion del nitrato existente en las tierras.

Este método se funda, como se ve, en la accion descomponente de los vapores nitrosos (producidos á espensas del cobre en presencia del ácido nítrico eliminado por el sulfúrico) sobre el ioduro potásico.

Respecto al método mejor y mas facil para determinar cuantitativamente el ácido nítrico, ó lo que es lo mismo, los nitratos naturales, ninguno iguala en espedicion al que últimamente ha dado á conocer Boussingault (véanse los *Anales de física y química*, año de 1860), y que consiste en la decoloracion del sulfato de indigotina mediante el cloro, originado por el ácido nítrico del nitrato, en virtud de la reaccion que tiene lugar entre él y un volumen conocido de ácido hidroclórico. La reaccion puede formularse de la manera siguiente:

$$KO,NO^5 + 6HCl = 6HO + N + 5Cl + KCl.$$

He aquí la marcha que Boussingault sigue en esta análisis.

1.° Pesa la tierra, y estrae por locion todas las sales fijas (el agua la determina por separado en el producto sólido, calentándole en la estufa á 150°.)

2.° Toma un peso fijo de las sales, y despues de disueltas las trata por un volumen conocido de ácido hidroclórico (es decir, un volumen tal, que si el nitrato es químicamente puro, desprenda una cantidad de cloro proporcional á la que indica la fórmula anterior, sustituyendo los símbolos por los respectivos equivalentes).

3.° Añade una gota de sulfato de indigotina; y en fin, calienta á la lámpara de alcohol.

La decoloracion es proporcional á la cantidad de ácido nítrico existente, y esta está en relacion del nitrato contenido en el resíduo salino de las tierras: una simple regla de tres indica la riqueza en nitratos correspondiente al terreno ensayado.

## VIII.

*Resúmen general.* Sintetizando cuanto dejamos espuesto en la presente memoria, resulta lo siguiente.

1.° Que la cuestion propuesta al concurso del presente año por la Real Academia de Ciencias, es de suma importancia y trascendencia bajo el punto de vista agrícola, industrial y estratégico.

2.° Que existen por lo menos dos estados alotrópicos del nitrógeno, pudiendo cambiarse en uno ó en otro, indistintamente, el azoe pasivo ó normal del aire, en virtud de ciertas reacciones químicas.

3.° Que el azoe, radical de las combinaciones amoniacales, corresponde á un estado alotrópico; mientras que el del ácido nítrico pertenece á otro.

4.° Que mediante la oxigenacion del elemento electro-positivo del amoniaco se acidifica el radical, mientras que por la reduccion mediante el hidrógeno del oxácido máximo del nitrógeno, este se alcalinifica (se entiende estando el oxígeno é hidrógeno en el debido exceso en ambos casos.)

5.° Que aparte de los métodos mas ó menos industriales y conocidos para obtener el ácido nítrico, hay otros casos de produccion, que son: por la union directa de los elementos del aire en virtud del ozono ocasionado por fuertes descargas eléctricas; por la putrefaccion de las sustancias orgánicas en presencia de las bases térreas y el oxígeno del aire; por la combustion ú oxigenacion de los elementos del amoniaco; y en fin, por la accion de los cuerpos oxigenantes, como por ejemplo el óxido férrico, sobre el amoniaco.

6.° Que las teorías mas admisibles para esplicar estos hechos fundamentales, son las que se apoyan en la accion química del ozono del aire (sobre todo el formado en las tempestades), en la combustion del amoniaco por el oxígeno atmosférico bajo el influjo de la fuerza catalítica y de la porosidad de las bases, y por último, en la accion oxigenante del sesquióxido de hierro y de manganeso (este posee siempre nitratos).

7.° Que la nitrificacion natural, tiene probablemente su orígen en

las tres causas mencionadas, ora influya cada una de por sí ó bien conjuntamente, segun las circunstancias.

8.° Que la mejor manera de favorecer la nitrificacion en España, es dividir esta industria en dos sistemas ó procedimientos que podríamos llamar del norte y mediodía. En el primero, muy abundante en óxidos de hierro, debe producirse el nitro por la combustion (á espensas del óxido férrico) del amoniaco obtenido por el método de Margarite. Para el segundo procedimiento, ó sea el meridional, no hay mas que sacar partido de las condiciones naturales del pais en donde se establezca, esto es, apilar la tierra humífera y dejarla espuesta á la corriente del viento mas seco y cálido, despues de haberla préviamente preparado en los corrales, apriscos, establos, caballerizas (es decir, mezclando estos y otros ingredientes mas. de naturaleza orgánica, con arcillas, calizas, ceniza, etc.)

9.° El mejor medio de caracterizar la presencia de los nitratos naturales, es la reaccion tan conocida del sulfato ferroso y ácido sulfúrico sobre el líquido en donde se sospeche exista dicha sal: para determinar cuantitativamente estos compuestos, nosotros adoptamos el procedimiento de Boussingault por considerarle bastante exacto, facil y sobre todo muy práctico.



# DISCURSO

QUE

# SOBRE LOS PROGRESOS DE LA GEODESIA

LEYÓ

# EL SR. D. FRUTOS SAAVEDRA MENESES

EN EL ACTO

**de su recepcion de Académico numerario el dia 23 de febrero de 1862.**

## Señores:

Grande es la emocion que esperimento al elevar mi debil voz en este santuario de la ciencia, ante la ilustre Academia que se ha dignado llamarme á su seno, dispensándome una honra tan superior á mis escasos merecimientos. En vano intentaría corresponder á vuestra benevolencia buscando palabras capaces de manifestaros toda mi gratitud; hay sentimientos imposibles de espresar, pero que, grabándose en el corazon, duran tanto como la vida.

A mi profundo reconocimiento se enlaza el recuerdo del distinguido Académico D. Manuel Fernandez de los Senderos, para cuya vacante me habeis designado, queriendo darme así un noble modelo que imitar, y hacerme aún mas sagrada la memoria del que fué, durante muchos años, mi bondadoso gefe y amigo. Gozando desde muy joven

merecido renombre por sus trabajos científicos, las puertas de este recinto, de donde tan pronto debia arrebatarle la muerte, le fueron abiertas á consecuencia de una obra de grande importancia escrita para la escuela de Segovia, cuya enseñanza dirigió con singular acierto, imprimiéndole el mas vigoroso impulso. Séame lícito, pues, ya que como discípulo y como profesor he pasado los dias mas apacibles de mi vida bajo las bóvedas mudejares del histórico Alcazar segoviano, tributar este público homenaje de gratitud al sabio artillero á quien tanto debe aquel antiguo y célebre establecimiento de instruccion militar.

Careciendo por completo de las dotes que adornaban á mi antecesor, solo puedo esplicarme vuestro benévolo sufragio considerando que habeis querido galardonar en mí, siquiera fuese el mas humilde de todos, á ese grupo de militares españoles, que bajo la direccion de ilustres miembros de esta Academia, se consagra desde hace ocho años á los trabajos geodésicos del mapa de nuestro pais, trasportando sin cesar sus débiles tiendas y sus delicados instrumentos de observacion, de una en otra cumbre de nuestras elevadas montañas. A la memoria de aquellas tareas, tanto mas inolvidables cuanto mas penosas, se unirá siempre en mi corazon el grato recuerdo de la fraternal armonía con que eran llevadas á cabo; y por lo mismo esperimento, Señores, un vivo placer al veros dispensar vuestro poderoso patrocinio á tan útil empresa, de la cual decia hace mas de medio siglo el insigne Jovellanos: «Ojalá que, reuniendo tantas luces astronómicas y geomé»tricas como andan dispersas y ociosas por nuestra juventud militar, »se las consagre á una nueva y exacta carta de nuestra Península.»

Puesto que á mi participacion, harto insignificante, en estos trabajos geodésicos creo deber la señalada honra de sentarme entre vosotros, justo será que al cumplir la prescripcion impuesta por los estatutos académicos, elija para tema de mi pobre discurso los adelantamientos sucesivos de la geodesia, y de las ciencias mas íntimamente enlazadas con ella, partiendo de los primeros esfuerzos hechos para conocer la magnitud de la tierra, hasta llegar á las exactísimas operaciones que ejecutan hoy con igual objeto todos los pueblos cultos del globo. Y al

presentaros, confiando en vuestra indulgencia de que tanto he menester, reducido á pálido bosquejo, lo que debiera ser magnífico cuadro, no estrañareis me detenga á recordaros con especial complacencia la parte tomada por los españoles en tan gloriosos trabajos: que si la ciencia en sus elevadas concepciones no reconoce comarcas ni fronteras, no por eso la noble herencia de nuestros antepasados y el santo amor de la patria dejarán de ser, como han sido siempre, poderoso estímulo de progreso, al par que manantial fecundo de grandes y generosas acciones.

El juicio cuantitativo que, apareciendo ya en los primeros movimientos del niño á la vista de los objetos que le son *mas* ó *menos* gratos, llega en la mente del sábio á trasformarse en inquebrantable cadena de rigorosas verdades; esta nocion de cantidad, inseparable del pensamiento humano, debió dar orígen desde los primitivos tiempos á las ideas de número y medida, sin las cuales no es posible concebir las mas sencillas relaciones de la vida social. Los antiguos pueblos que nos presenta la historia habitando las comarcas bañadas por el Hoangho y el Kiangho, el Ganges y el Indo, el Tigris y el Eufrates, el Jordan y el Nilo, poseian ya sistemas de numeracion, y los demas rudimentos primordiales de las matemáticas. ¿Y cómo sin ningun conocimiento aritmético hubiera adquirido su vasto desarrollo el comercio de los fenicios, tan admirablemente cantado por Ecequiel; ni de qué modo, careciendo de toda nocion de geometría y mecánica, hubieran podido llevarse á cabo las gigantescas construcciones de Ellora, de Babilonia y de Ménfis?

El sublime espectáculo de la bóveda celeste, debió arrebatar siempre la admiracion de cuantos elevasen su mirada á contemplar tanta grandeza; y la marcha de esos brillantes luminares, que aparecen girando en el espacio con asombrosa regularidad, sirvió á los antiguos como á los modernos pueblos para medir el tiempo, proporcionando segura guia á los que se dedicaban al cultivo de los campos. Natural era que aspirando el hombre á establecer relaciones de comparacion entre los cuerpos celestes, dirijiera su pensamiento hácia la forma y magnitud de la tierra que le sirve de morada. Se la consideró en remotos tiempos

como una extensa llanura cercada por las aguas, y se le atribuyeron mas tarde diversas curvaturas; pero ya la suponian de figura redonda los astrónomos Caldeos, los cuales, al decir de Aquiles Tacio, opinaban que podia darse la vuelta á nuestro globo, marchando á pie y sin detenerse durante todo un año.

El pueblo griego, dotado del mas admirable sentimiento estético, y que en casi todas las manifestaciones del arte debia legar al mundo modelos de inimitable belleza, estaba llamado igualmente á dar forma científica y ordenado desarrollo á las imperfectas nociones que de los diversos ramos del saber humano poseian los sacerdotes de Babilonia y del Egipto. Introducido en Grecia el estudio de las matemáticas por el fundador de la escuela jónica, y generalizado por los pitagóricos, recibe del genio de Platon nuevos y poderosos métodos, que permiten á los geómetras marchar con seguro paso al descubrimiento de las mas importantes verdades. Presentando Aristóteles en sus obras el cuadro completo de la sabiduría de su tiempo, no era posible que dejase de considerar en su conjunto la masa de la tierra, cuya forma esférica defiende contra los extraños asertos de algunos filósofos, indicando que los matemáticos, al tratar de la magnitud del globo, le suponian hasta 400.000 estadios de circunferencia.

Perdidas las virtudes cívicas de los antiguos helenos, perdióse bien pronto el puro sentimiento de lo bello; y cuando Atenas aparece ya en lamentable decadencia, el genio de la Grecia va á refugiarse en las playas del Egipto, iluminando con sus últimos resplandores la nueva ciudad fundada por Alejandro. En vano intentaria buscarse en este período la elevacion de pensamientos y la viril elocuencia de mas gloriosos dias; las matemáticas, sin embargo, cultivadas por geómetras como Euclides y Apolonio, continuan en no interrumpido progreso: que la ciencia de las verdades abstractas, si puede eclipsarse en épocas de ignorancia, como se eclipsa el astro del dia, conserva siempre el noble privilegio de no admitir corrupcion ni retroceso.

Mientras brillaba en Sicilia el grande Arquímedes, enriqueciendo la geometría y la mecánica con magníficos descubrimientos, el célebre Eratóstenes, custodio de los tesoros científicos y literarios de la biblio-

teca de los Tolomeos, daba la primera idea del modo de determinar la magnitud de la tierra. Sabiendo que en el solsticio de estío el sol iluminaba completamente los pozos de Siene, y hallando que en Alejandría la sombra quedaba reducida durante dicho solsticio á un cincuentavo de circunferencia, dedujo, en el equivocado supuesto de hallarse las dos ciudades bajo un mismo meridiano, que la distancia entre ellas, valuada próximamente en 5.000 estadios, debia ser la cincuentava parte de la circunferencia terrestre. Con igual objeto parece llegó á emplear Eratóstenes otra distancia tambien de 5.000 estadios entre Siene y Meroe; pero solo del primer cálculo se tiene segura noticia, habiendo sido muy celebrado por los escritores de la antigüedad.

Poco tiempo despues asignaba sin embargo á la tierra magnitud mas considerable el sábio Hiparco, verdadero fundador de la Astronomía científica, que proponiendo para fijar los diversos lugares del globo el sistema de latitudes y longitudes, y determinando estas últimas por la observacion de los eclipses de la luna, debia contribuir poderosamente á los adelantos de la geografía. Otras valuaciones del meridiano terrestre que presenta Cleomedes, como deducidas de la altura de determinadas estrellas sobre los horizontes de Alejandría y Rodas, Lisimaquia y Siene, se apoyan en distancias y observaciones evidentemente inexactas, no ofreciendo por lo tanto interés alguno para la historia del conocimiento de nuestro planeta.

Aleccionados por los griegos en la literatura y en las artes, no utilizaron los romanos el rico tesoro de verdades científicas que poseian sus maestros, encontrándose apenas durante largos siglos un escritor latino que merezca el nombre de geómetra; como si aquel gran pueblo, consagrado á extender su dominacion y sus leyes por todo el mundo entonces conocido, no pudiese apartar sus ojos de tan colosal empresa, para fijarlos en las puras regiones de la abstraccion matemática. César, sin embargo, astrónomo al par que literato y guerrero, promueve la reforma del calendario, y abre con sus victorias el Occidente á la geografía, como Mitridates y Alejandro le habian abierto el Norte y el Oriente.

Apénas fundado el imperio romano, se encarga á los geómetras griegos la medicion del territorio de las diversas provincias, trabajo ejecutado ya en la China desde varios siglos antes. Consagran su pluma á la propagacion de los conocimientos astronómicos y geográficos algunos autores de levantado estilo, contándose entre ellos, para gloria de nuestra patria, Séneca y Pomponio Mela. Con mas copia de principios científicos lleva á cabo Tolomeo su Sintáxis matemática, estableciendo en otras obras igualmente célebres las reglas geométricas para representar sobre un plano la superficie curva de la tierra, cuya circunferencia calcula en 180.000 estadios; si bien de esta valuacion, como de todas las anteriores, no podemos formar cabal juicio, ignorándose en la actualidad la longitud exacta de las medidas itinerarias citadas por los escritores antiguos.

Cuando, muerto ya el espíritu de la antigua Roma, los bárbaros del Norte se preparan á invadir el imperio y á hollar bajo su planta los restos de la cultura latina, el poeta español Festo Avieno canta todavía los descubrimientos astronómicos de los griegos, casi completamente olvidados mas tarde, al presentar San Isidoro de Sevilla en sus célebres Orígenes el resumen de todos los conocimientos de su tiempo.

Si los sectarios de Mahoma, cayendo cual impetuoso torrente sobre el Asia y el Africa, aparecen como enemigos de la ilustracion, bien pronto, en las comarcas que habitaron los Caldeos, se observan de nuevo los cuerpos celestes con instrumentos de grandes dimensiones, brillando en las opulentas ciudades del Oriente el sutil ingenio y la viva fantasía de los escritores árabes. Un siglo despues de la medida de tres pequeños arcos del meridiano terrestre, ejecutada por los chinos hácia el año 725 de nuestra era, los sabios mahometanos, á quienes dispensaba generosa proteccion el califa Almamon, determinaron la altura del polo en un punto de la llanura de Sindschar, en Mesopotamia; y marchando parte de ellos hácia el norte y otros hácia el sur hasta encontrar un grado de diferencia en la indicada observacion del polo, dedujeron de las distancias recorridas, que la circunferencia de la tierra era 20.400 millas. Algun tiempo despues llegó á medirse en la China un arco de tres grados; y diversos historiadores musulmanes

hacen mencion de operaciones semejantes á la de Sindschar, efectuadas en las cercanías de Medina, de Bagdad y de Palmira.

Estos trabajos, aun cuando deben ser considerados como simples ensayos, prueban la actividad científica de los árabes, que tomando de la India el sistema de numeracion decimal y los principios de álgebra, apénas indicados por el griego Diofanto, perfeccionando las teorías trigonométricas y astronómicas, y dedicándose á la esperimentacion física conquistaron un distinguido lugar en la historia de los progresos del espíritu humano.

Fundado el Califato de Occidente, multiplícanse en la España muslímica las escuelas y academias, acudiendo á ellas de diversos paises y no obstante las antipatías religiosas, algunos de aquellos estudiosos monjes, depositarios del escaso saber que poseia la Europa durante la edad media. Rivaliza Córdoba con Bagdad en magnificencia y cultura, al mismo tiempo que florece en Sevilla el matemático Geber, y da á luz sus tablas Toledanas el sabio Arzachel, autor de otros notables trabajos astronómicos, así como de una proyeccion de los hemisferios terrestres superior á las de Tolomeo. El pueblo judío, prófugo y disperso por diferentes climas y naciones, se consagra en la península Ibérica, mas que en ningun otro pais, al cultivo de la inteligencia, sobresaliendo en las matemáticas los rabinos españoles Abraham Chiia, y Moisés Muyemon. Quebrantado el poder agareno por el esfuerzo de nuestros antepasados, procuran éstos, á medida que avanzan en la gloriosa reconquista del suelo patrio, asimilarse los conocimientos de los árabes, cuyas obras traducen, ya al idioma latino, como lo hace Juan de Sevilla con las de Alfragan, ya al romance vulgar, que iba alcanzando de dia en dia mayor regularidad y belleza.

El siglo XIII presenta el notable espectáculo de un gran número de príncipes que cultivan y fomentan el estudio de las ciencias. El Pontífice Urbano IV, Federico II de Alemania, Manfredo de Sicilia, Holagu en Persia, Kobilai en la China, se rodean de hombres ilustres por sus conocimientos; pero sobre todos aquellos monarcas protectores de la ilustracion, descuella la gran figura del sabio Alonso de Castilla, que enriquece y perfecciona con sus escritos la lengua patria,

dicta como legislador un Código inmortal, y funda en su corte de Toledo la primera Academia científica del Occidente cristiano. Reunidos en ella gran número de geómetras y astrónomos de diversos paises, calculan de nuevo las relaciones trigonométricas, dadas á conocer entre los árabes por Alkoresmi, y que empiezan entónces á ser designadas en romance castellano con los nombres de *signos llanos*, *signos del complimiento*, *saetas*, *sombras conversas* y *sombras espandidas;* proyectan no solo clepsidras semejantes á las antiguas, sino relojes de máquina como el notabilísimo de *argento vivo;* y estableciendo reglas precisas para la construccion de astrolábios y cuadrantes de *rectificar* con sus *alhidadas* y *axatabas*, se proporcionan los medios de conocer con notable exactitud la marcha del sol, y de formar las célebres Tablas Alfonsinas, que habian de ser durante largo tiempo las únicas usadas en Europa. Tomaban parte en estas científicas tareas, dirijidas por el sábio Monarca, no solo árabes y judíos, como han supuesto algunos historiadores, sino tambien entendidos cristianos, contándose entre ellos el clérigo Guillen Daspa, y los maestros Juan de Cremona, Fernando de Toledo y Juan de Mesina. Al evocar el recuerdo de aquellos ilustres varones en el seno de la moderna Academia de ciencias, permitido me será felicitarla por su noble propósito de elevar un monumento imperecedero á la memoria de la antigua Academia Toledana, dando á la estampa el precioso Códice *Del saber de astronomía* mandado escribir por el Rey Alfonso, como insigne testimonio del adelantamiento que alcanzaron los estudios científicos en medio de las guerras y turbulencias que ajitaban entónces á Castilla.

Las piadosas y caballerescas espediciones de los cruzados, habian influido poderosamente en el desarrollo de la navegacion, á cuyos progresos contribuyeron los españoles, no solo formando el primer Código de derecho marítimo, sino tambien estableciendo las bases fundamentales de la ciencia náutica. En varios escritos del célebre mallorquin Raimundo Lulio se dictan reglas para determinar la hora en el mar por medio del astrolabio, y se enseñan los métodos gráficos de marcar las derrotas, confirmando la indicacion de una ley de las Partidas, que presenta ya generalizado entre los marinos el uso de la brújula, cono-

cida desde largos siglos en la extremidad oriental del Asia, y cuya aplicacion á las empresas navales debia facilitar en gran manera el conocimiento de nuestro globo. Tanto los chinos como los egipcios y griegos habian representado gráficamente los paises que habitaban ó de que tenian noticia, siguiendo su ejemplo los romanos, y llegando los árabes á poseer mapas de tan esmerada ejecucion como los del sevillano Alzeyat. En 1374 forman los catalanes un precioso Atlas conservado hasta nuestros dias, y utilizando los viajes mas recientes hechos á las costas del Africa trazan, Mecía de Viladestes en 1413, y poco despues Gabriel de Valseca, compatriota de Lulio, sus grandes cartas geográfico-marítimas. De Mallorca era tambien el maestro Jaime, llamado por el Infante D. Enrique de Portugal para dirigir la famosa Academia de Sagres, compuesta de ilustres cosmógrafos, que perfeccionan el astrolabio de mar, arreglan las tablas de declinacion del sol, y formando hábiles navegantes, preparan los inmortales descubrimientos cantados por Camoens, en los cuales habia de cifrarse la gloria mas pura de la nacion portuguesa.

Ocupa por entónces el trono de Castilla la magnánima Señora que, dando á su pueblo claro ejemplo de virtudes privadas, corrijiendo con incansable afan los vicios sociales, llevando á feliz término la lucha contra el invasor mahometano, y descubriendo el resplandor del genio en la frente de Colon, debia legar á la historia el mas acabado modelo de matronas y de reinas. Poseida de noble amor al saber, honra con su presencia las discusiones del Estudio general de Salamanca; enseña á los valerosos capitanes, con quienes comparte las glorias de Baza y de Granada, que la cultura de la inteligencia no está reñida con los alientos del corazon; y como dice un erudito escritor: «por no dejar »de emprender todas las cosas grandes y conseguirlas, manda tambien »formar unas tablas astronómicas.»

Entre las ilustraciones literarias y científicas de aquel reinado descuella el insigne Antonio de Lebrija, que escribe una Cosmografía muy notable en su tiempo, y á fin de comprobar la magnitud atribuida al globo por Tolomeo, lleva á cabo la medicion de un grado de meridiano, examinando varios monumentos romanos de Estremadura con

objeto de conocer la longitud de las medidas antiguas, para cuyo estudio se sirve tambien de las columnas miliarias del camino de la Plata, entre Mérida y Salamanca: trabajos que precedieron á las perseverantes investigaciones de Ocampo, Sepúlveda, Esquivel, Chacon, Mariana y los sabios metrólogos modernos, entre los cuales figura hoy con gran renombre el distinguido Académico que me dispensa la honra de presentarme ante vosotros, y cuya autorizada y elocuente palabra embargará dentro de breves momentos toda vuestra atencion.

Los estudios matemáticos cultivados con éxito en Alemania y en Italia, recibieron nuevo impulso cuando fué posible consultar directamente, y reproducir por medio de la imprenta los escritos de la escuela de Alejandría, comunicados á las naciones occidentales por los griegos que abandonaban el imperio de Bizancio, cuya capital iba bien pronto á caer bajo la servidumbre de los turcos. El profesor Glareano en Suiza, y Oroncio Fineo, sirviéndose de la distancia entre Tolosa y París, procuraron comprobar las antiguas indicaciones sobre la magnitud del globo, asegurando igualmente su contemporáneo Fernel haberse valido para medir un grado de meridiano al norte de la última de dichas ciudades, del número de vueltas dadas por la rueda de un carruaje: medio tanto mas inexacto, cuanto que no empleó para contarlas ninguno de los aparatos mecánicos usados al efecto por los romanos y mucho ántes por los chinos.

Continuaban entre tanto los marinos españoles y portugueses la série de sus magníficos descubrimientos, viniendo la espedicion para siempre memorable de Magallanes y Elcano á demostrar prácticamente la redondez de la tierra, y dar idea de su magnitud por la marcha de las *naos* medida con la *cadena de popa*, orígen de la moderna corredera. Los principios de cosmografía y náutica, tan necesarios en aquella época de grandes navegaciones, son esplicados en lengua vulgar por Martin Fernandez de Enciso, consagrándose al propio tiempo á la enseñanza dentro y fuera de España los distinguidos matemáticos Ciruelo, Frias, Lax, Oliver, Tomás, los hermanes Torrellas y Juan Martinez Siliceo, elevado mas tarde á la silla arzobispal de Toledo y á la púrpura cardenalicia. Con objeto de dirimir las contiendas sobre demarca-

cion de límites entre los dominios coloniales de España y Portugal, se reune en 1524, cerca de Badajoz, un célebre congreso geográfico-astronómico; y varias juntas de entendidos geómetras, convocadas sucesivamente en Sevilla, perfeccionan el *Padron general* de las tierras descubiertas en Indias. Recompensa espléndidamente Carlos V los trabajos de su cosmógrafo Apiano, y asiste con los nobles de su corte á las lecciones de Alonso de Santa Cruz, autor de nuevos métodos é instrumentos de astronomía náutica, al cual se debe el primer mapa de las *variaciones* magnéticas, así como los principios de las cartas esféricas, perfeccionadas despues por Mercator y Eduardo Wright.

En poco mas de medio siglo los intrépidos navegantes salidos de los puertos de la península Ibérica habian dado á conocer á la Europa las dos terceras partes de la superficie terrestre, representando gráficamente el contorno de las costas, reconociendo la diversa temperatura de las aguas en las corrientes oceánicas, observando la constancia de los vientos alísios, y describiendo con los mas vivos colores el admirable espectáculo del cielo austral. Oviedo, Acosta, Hernandez, Garcilaso y otros entendidos españoles se consagran á la esploracion científica de los paises conquistados por Cortés y Pizarro, acumulando en bellas colecciones y reproduciendo en magníficos dibujos las riquezas botánicas y zoológicas del clima tropical, así como los productos minerales y los grandes osamentos fósiles que habian de servir mas tarde para fijar las edades de los diversos terrenos. Estudian tambien aquellos diligentes observadores la topografía de los distintos paises, los efectos de las erupciones volcánicas, las distancias á que se estienden los temblores de tierra, la frecuencia é intensidad de las descargas eléctricas, el estado higrométrico del aire, la temperatura reinante en las diferentes comarcas, y el límite inferior de las nieves perpétuas bajo diversas latitudes, estableciendo así, como lo reconocen los sabios modernos, casi todas las bases fundamentales de la física del globo.

Las aplicaciones del álgebra, que siguiendo el ejemplo de los árabes habian empezado á hacer los italianos, sirvieron de estímulo al célebre Pedro Nuñez, profesor de la Universidad de Coimbra, para publicar en lengua castellana una esposicion razonada de aquella ciencia,

tratando extensamente del *algorithmo de las dignidades*, así como de las igualaciones, y de la *práctica del álgebra en los casos de geometría*. No es menos importante la obra del mismo autor en que, desarrollando las ideas emitidas acerca de la refraccion por Tolomeo y Alhacen, determina la duracion de los crepúsculos, valiéndose de fórmulas confirmadas por los cálculos modernos. En uno de sus diversos trabajos sobre náutica y cosmografía, establece tambien los primeros fundamentos de la línea loxodrómica, exponiendo en otros su método para hallar las longitudes por la situacion de la luna, así como el de conocer la magnitud de la tierra, midiendo la zona en que desaparecen las sombras el dia del solsticio. Con el nombre latino de este sabio portugués se designa todavía el medio mas generalmente usado en los limbos de los instrumentos para apreciar las pequeñas fracciones de la graduacion, si bien el *nonio* actual, debido al francés Vernier, difiere de las varias circunferencias desigualmente divididas que habia imaginado Nuñez.

El siglo de oro de la literatura española fué tambien para nuestra patria el mas fecundo en hombres de ciencia, oyéndose en la Academia de matemáticas establecida en el palacio mismo del Monarca, las lecciones de los sabios profesores Céspedes, Onderiz, Angel y Cedillo, en tanto que circulaba por Europa, traducido á todos los idiomas, el *Arte de navegar* del cosmógrafo Pedro de Medina, y se estendia el uso del nuevo astrolabio de Juan de Rojas, alcanzando general renombre por su vasto saber, así como por la exactitud de sus observaciones astronómicas, el maestro Gerónimo Muñoz, citado con gran elogio por Tycho-Brahe. Brillaban al propio tiempo en nuestras célebres Universidades, ó escribian sobre diversos ramos de las ciencias, matemáticos como Monzó, Segura, Moya, Cortés, Zamorano, Rocamora y tantos otros. El Pontífice Gregorio XIII consultó á la Universidad de Salamanca ántes de llevar á cabo la memorable reforma del calendario, disponiendo que todos los trabajos hechos al efecto en Roma fuesen definitivamente correjidos por el famoso Clavio y el insigne español Pedro Chacon, que habia escrito ya con notable acierto sobre esta materia, tratada tambien por sus compatriotas Sepúlveda y Salon.

Las operaciones geodésicas, basadas desde el tiempo de Eratóstenes en simples distancias itinerarias ó en medidas hechas directamente al través de grandes llanuras, iban á recibir nueva forma con la aplicacion del método trigonométrico, que permitiendo operar mas rápidamente y en toda clase de terrenos, debia ofrecer vastísimo campo á la ciencia que tiene por objeto el estudio matemático del globo. Al ilustre español Pedro Esquivel corresponde la gloria de haber empleado por vez primera los triángulos geodésicos, en la famosa *Descripcion* de nuestro territorio mandada hacer por Felipe II. Habíanse publicado ya mapas de Galicia, de Aragon, del reino de Sevilla, y otrôs generales de la Península, debidos á Santa Cruz y á Medina, cuando el Rey dispuso que se reconociesen y *marcasen por vista de ojos todos los lugares, rios, arroyos y montañas, por pequeños que fuesen, en su puntual situacion*, cuyo trabajo confió al habilísimo Esquivel, el cual, despues de construir gran número de instrumentos, algunos de notable magnitud, operó con ellos en la mayor parte de España, consignando el resultado de sus observaciones en una magnífica carta, admirada por los hombres mas entendidos de aquel tiempo. Tan preciosa obra pereció, segun se cree, en el voraz incendio que un siglo despues estuvo á punto de destruir completamente el suntuoso monasterio del Escorial; pero se conservan las relaciones topográficas de mas de seiscientos pueblos. así como un gran mapa de Cataluña, dado por entónces á la estampa. y al que siguió otro no menos extenso de Aragon, formado por los distinguidos profesores Juan Labaña y Pablo de Rojas.

Vivamente interesada en los adelantos marítimos la España, que debia al levantado espíritu é incansable perseverancia de sus hijos la mas vasta de las dominaciones coloniales, fué tambien la primera en señalar una espléndida recompensa al que descubriese medios seguros de conocer las longitudes en el mar, ejemplo imitado despues por otras naciones, y muy particularmente por Inglaterra.

Los matemáticos italianos habian conseguido igualar y aun superar á los orientales en el desarrollo de las fórmulas algébricas, elevadas despues á mayor generalidad por Viete, Harriot y Descartes, el cual debia aplicarlas con éxito extraordinario á la investigacion de las pro-

piedades de las curvas geométricas. Coordinando y difundiendo las ideas de los antiguos pitagóricos sobre el movimiento de la tierra, da su nombre Copérnico al admirable sistema que presenta todos los planetas girando en torno del astro que los ilumina; hipótesis combatida por el gran observador Tycho-Brahe, pero que el inmortal Kepler viene á confirmar, descubriendo las sublimes leyes impuestas por el Supremo Hacedor á la marcha de los cuerpos celestes. En medio de tan prodigiosos adelantos no pueden recordarse sin pesar las violentas censuras de que fueron objeto los sostenedores de la nueva ciencia del universo, y mayor sentimiento causa todavía ver al célebre Galileo detenido y obligado á retractarse de su luminosa doctrina; pero justo parece añadir, sin embargo, rindiendo homenaje á la verdad histórica, que la Italia del siglo XVII no sumió nunca al mas ilustre de sus geómetras en el *calabozo impío* en que nos le presenta, siguiendo á extraños y mal informados escritores, un inspirado vate de nuestra patria. Honra ciertamente á la universidad de Salamanca el haber sido la primera de Europa que adoptó como texto para la pública enseñanza la grande obra de Copérnico sobre las revoluciones de los orbes celestes, defendida desde su aparicion por el sábio teólogo español Diego de Zúñiga, el cual demostró, comentando los sagrados libros, que hay en ellos pasajes donde se afirma el movimiento de la tierra de una manera mas clara y positiva que en cuantos se citan como pareciendo indicar lo contrario.

El holandés Snell, á quien se debe el descubrimiento de la ley de la refraccion, é importantes teoremas de trigonometría esférica, se ocupó tambien en 1615 en unir las principales ciudades de su pais con una red de grandes triángulos, deduciendo de ellos, y de las latitudes observadas en distintos vértices, la magnitud de un grado del meridiano terrestre. Los instrumentos de que hizo uso en este trabajo tenian, como los de Tycho-Brahe, alidadas ordinarias y limbos subdivididos por medio de diagonales, habiendo empleado para enlazar con su triangulacion el observatorio astronómico de Leiden, visuales dirijidas desde dicho punto á otros tres ya conocidos, lo cual le condujo á resolver el problema análogo de geometría, objeto en la antigüedad de

las investigaciones de Euclides é Hiparco. Sobre el mismo terreno, y siguiendo igual proceder, trabajó algun tiempo despues el geógrafo Blaeu; pero el sistema de triangulaciones se difundió sin embargo con lentitud, y en 1635 empleaba todavía Norwod la medicion directa del camino entre York y Londres para determinar un arco de meridiano, imitándole Briecio en su cálculo, basado sobre la distancia de Abbeville á Calais; si bien esta segunda operacion no puede compararse en esmero y exactitud con la del sabio profesor inglés.

El gran Kepler habia tomado como elementos para determinar el radio de la tierra la longitud de la recta que une dos montañas distantes, y los ángulos formados por esta línea con las verticales correspondientes á sus estremos, método reducido por los matemáticos italianos á la simple observacion del horizonte del mar, hecha desde una altura conocida; pero tales procedimientos, aunque ofrecen la ventaja de no exigir referencia alguna á los cuerpos celestes, se hallan sujetos al considerable error ocasionado por las refracciones atmosféricas. Riccioli y otros ilustres profesores de Bolonia verificaron en las cercanías de aquella ciudad, célebre en los fastos del saber humano, diversos trabajos geodésicos, combinando el método de Kepler con el de triangulaciones, y utilizando ya para sus cálculos el poderoso medio de abreviacion con que cuarenta años antes habia enriquecido Neper las ciencias matemáticas, al publicar sus famosas tablas de logaritmos.

Las doctrinas filosóficas que dirijian la actividad humana hácia la perseverante observacion de los hechos como firmísima base de las elevadas teorías que los esplican y resumen, contribuyeron en gran manera á los numerosos descubrimientos físicos del siglo XVII, entre los cuales se cuentan el termómetro y barómetro, los microscopios, telescopios, micrómetros y relojes de péndola, aplicables todos al estudio de la forma de nuestro planeta. Habiendo adoptado Morin á los sectores graduados las pínulas telescópicas ó anteojos, é introducido por Malvasía el uso de los retículos, pudo ya el ilustre Picard, imaginando medios de corregir el error de *colimacion*, hacer observaciones astronómicas de gran exactitud, y llevar á cabo en 1669, entre París y Amiens, una triangulacion geodésica que, dando á conocer con alguna

certeza la magnitud de la tierra, sirvió al inmortal Newton para calcular la fuerza que retiene en su órbita á la luna, y comprobar así la admirable ley de la atraccion universal. Los Cassinis prolongaron despues el trabajo de Picard, hasta comprender, de Perpiñan á Dunkerque, un arco de meridiano de ocho grados y medio de amplitud; y á fin de reducir los lados al nivel del mar, observaron, contando ya con el efecto de las refracciones, los ángulos de elevacion de unos vértices respecto de otros, haciendo además uso del barómetro, que Pascal habia aplicado desde 1648 á la determinacion de la altura de las montañas. El astrónomo Manfredi empleó tambien un cuadrante provisto de anteojos, en sus operaciones geodésicas entre Padua y Bolonia.

Era llegado el momento en que la idea trascendental del infinito, que el espíritu humano encuentra como orígen y término necesario de todas sus concepciones sin poder abarcarla nunca por completo, viniese á fecundar con nuevos y luminosos principios la ciencia de las verdades abstractas. Oculto el infinitamente pequeño en las aproximaciones sucesivas del método de *exhaustion* de los antiguos, aparece ya en los máximos y mínimos de Nuñez, y va mostrándose cada vez con mayor claridad en la *Stereometría* de Kepler, en los *indivisibles* de Caballieri, en los incrementos *desvanecientes* de Fermat, en las cuadraturas de Wallis, y en el triángulo elemental de Barrow, hasta que Newton y Leibnitz le presentan aislado en forma de algoritmo regular, haciendo de tan poderoso medio de simplificacion la base fundamental del análisis moderno. Prestándose admirablemente el nuevo cálculo al estudio de las leyes que rijen los fenómenos naturales, permite á los insignes matemáticos del siglo XVIII ensanchar los límites de la mecánica, y cifrar en fórmulas rigorosas hasta las ligeras perturbaciones que, pareciendo interrumpir la armonía de los movimientos celestes, vienen sin embargo á confirmarla de una manera definida.

A este gran período de progreso científico corresponde en la geodesia otro no ménos notable. Reducida hasta entónces á investigar la magnitud de la tierra, sin poner en duda la forma esférica que, como mas sencilla y perfecta, le habian atribuido los antiguos, bien pronto el estudio de la verdadera figura del globo llama vivamente la atencion de

los geómetras y de las corporaciones sábias. El astrónomo Richer, enviado por la Academia de París para observar los cuerpos celestes desde un punto próximo al ecuador, habia encontrado que en la isla de Cayena oscilaba mas lentamente que en Francia un péndulo de igual longitud, variacion indicada ya por algunas esperiencias hechas en Europa, y confirmada despues en distintos lugares de América y de Africa. El célebre Huygens, esplicando estos hechos por la fuerza centrífuga desarrollada en la rotacion diurna, halló que las condiciones de equilibrio de la superficie del mar exigian en nuestro planeta una depresion ó achatamiento hácia los polos, análogo al observado ya en Júpiter. Al propio tiempo anunció Newton en sus inmortales *Principios*, que suponiendo la tierra primitivamente fluida y homogénea, debia, en virtud de su movimiento giratorio, haber tomado la figura de un elipsoide de revolucion, cuyo radio ecuatorial excediese próximamente en $\frac{1}{230}$ al semieje polar; teorema controvertido y tratado durante cerca de un siglo con todos los recursos del análisis, por geómetras tan eminentes como Bernouilli, Maclaurin, Clairaut, D'Alembert, Lagrange, Legendre y Laplace, el último de los cuales le demuestra por completo en el caso de una forma poco diferente de la esférica, presentando con mayor generalidad que sus predecesores la dificilísima teoría de la atraccion de los esferoides, aplicada á los casos de densidad variable y de núcleos sólidos cubiertos en todo ó en parte por un fluido en equilibrio.

Los resultados de la triangulacion geodésica de Dunkerque á Perpiñan, y los de otra posterior dirigida desde Brest á Estrasburgo, hicieron suponer á varios matemáticos que nuestro globo era alargado en sentido de su eje; pero la opinion favorable al achatamiento triunfó por completo á consecuencia de las memorables expediciones enviadas en 1736 al ecuador y al círculo polar ártico. Esta última, dirijida por Maupertuis, experimentó todos los rigores del clima de Laponia, pero pudo sin embargo determinar en corto tiempo la extension del grado de meridiano correspondiente á aquellas latitudes, estableciendo la base de su triangulacion sobre la superficie helada de un rio, como lo habia hecho ya en Holanda el célebre Snell. Los instrumentos empleados en tan notable expedicion sirvieron tambien para corregir la parte astro-

nómica del trabajo de Picard, y muy poco despues emprendió Lacaille, no solo una nueva medida de todo el arco entre Dunkerque y Perpiñan, sino tambien la de un grado del paralelo en las costas de Provenza, valiéndose de señales de pólvora para conocer la diferencia de longitudes.

El astrónomo Bouguer, acompañado de otros académicos franceses y de dos jóvenes oficiales, honra de la marina española, operaba entre tanto hácia el ecuador, uniendo por medio de triángulos geodésicos las nevadas cumbres de la cordillera de los Andes. Situados todos los vértices á mas de 8.000 pies sobre el nivel del mar, y llegando algunos á 16.000, desarrollábase ante los observadores el mas variado espectáculo. Al mostrarse el sol en el horizonte solian admirar el fenómeno notado entonces por vez primera, que consiste en proyectarse el contorno de las personas sobre las nubes cercanas, apareciendo la sombra de la cabeza rodeada de una aureola de brillantes colores. Disipadas las nieblas matinales, descubrian á sus plantas un pais trastornado por las fuerzas interiores del globo, pero cubierto de la mas rica vegetacion; y durante la noche, llena bajo los trópicos de calma y magestad, contemplaban la luz apacible y sin centelleo enviada á la tierra por las constelaciones de ambos hemisferios. A tan gratas escenas sucedian otras de aterradora violencia: arrebataba el huracán las frágiles tiendas que servian á la vez de abrigo y de señales, temblaba el suelo agitado por fuertes terremotos, descargas eléctricas de horrible intensidad cubrian el ronco bramido de los volcanes, y las erupciones del Cotopaxí causaban centenares de víctimas humanas, extendiendo á lo lejos la desolacion y el espanto.

La cadena de triángulos quedó al fin terminada en una longitud de mas de tres grados del meridiano, siendo notables las observaciones astronómicas hechas con grandes sectores, así como las verificadas á uno y otro lado del gigantesco Chimborazo, con el objeto de reconocer el desvío de la plomada debido á la atraccion de las montañas. Las perchas de que se hizo uso para medir las bases extremas se comparaban con una regla de hierro, que conservando hasta hoy el nombre de *toesa del Perú*, ha venido á ser el tipo general de referencia para todas las

modernas determinaciones geodésicas. Vueltos á Europa los comisionados despues de nueve años de gloriosos trabajos, dieron á luz separadamente el resultado de estos, siendo las obras en que consignaron los suyos Don Jorge Juan y D. Antonio de Ulloa traducidas en idioma estrangero, y justamente celebradas por los amantes de la ciencia, como lo fue despues el *Exámen marítimo* con que el primero de estos dos ilustres españoles alcanzó universal renombre, dando insigne muestra de su vasto saber en física y matemáticas.

Comprobado el achatamiento por la diminucion sucesiva de la longitud de los grados desde el polo al ecuador, y hechos ya por Bradley los admirables descubrimientos de la aberracion y nutacion, se consagran los astrónomos á determinar la curvatura de las diversas partes de la tierra. Lacaille en el Cabo de Buena-Esperanza, Boscovich en los Estados Pontificios, Beccaria en el Piamonte, miden con tal objeto arcos de diversas amplitudes, reconociendo el último de estos observadores la influencia ejercida por la masa de los Alpes sobre la direccion de la plomada, trabajo ejecutado tambien por Maskelyne en la montaña Schellien, de Escocia. Determina Liesganig otro arco al norte de Viena, hasta cuya capital estiende Cassini la triangulacion dirijida desde Brest perpendicularmente al meridiano de París. El mismo Liesganig opera de nuevo en Hungría, al propio tiempo que Mason y Dixon llevan á cabo en las costas de la América septentrional la medida directa de una longitud de veintinueve leguas.

Dedicados los mas ilustres geómetras al estudio de los fenómenos ópticos, preparan el descubrimiento de los anteojos acromáticos, tan superiores á los ordinarios en el aumento y belleza de las imágenes. Hácia esta época introduce Tobías Mayer el ingenioso principio de la medicion sucesiva de un mismo ángulo, origen de los círculos repetidores construidos despues por hábiles artistas, y que ofrecen la ventaja de atenuar el error de graduacion; si bien la falta de estabilidad consiguiente al doble juego de sus ejes ha hecho que sean ya muy poco usados por los observadores modernos.

Provistos de grandes instrumentos dan principio los ingenieros ingleses á la red geodésica de la Gran Bretaña, emprendiendo Topping

en las costas de la India la medicion de un arco de meridiano. Cruza el canal de la Mancha la primera triangulacion, que va á unir el observatorio de París con el de Greenwich, presentando con tal motivo el ilustre Legendre su célebre teorema del triángulo plano correspondiente al esférico, así como sus fórmulas generales para conocer la posicion que ocupan sobre el esferoide terrestre los diversos puntos ligados por observaciones angulares.

Desde que la accion variable de la gravedad dió el primer indicio de la diferencia entre los diámetros ecuatorial y polar de nuestro planeta, empezó á usarse el péndulo para medir, no solo el tiempo, sino tambien el espacio y la atraccion de la materia, enlazándose así en un aparato de admirable sencillez los tres grandes aspectos bajo los cuales considera el geómetra todo cuanto existe en el universo. Entre las observaciones de este género que proporcionaron nuevos datos para el estudio de la forma y densidad de la tierra, son notables, por los muchos y diversos lugares en que tuvieron efecto, las verificadas por los marinos españoles de la célebre expedicion de Malaspina, que partiendo de Cadiz en 1789 llevó á cabo durante cinco años la serie mas completa de trabajos astronómicos y físicos ejecutada hasta entónces en las costas de ambos hemisferios. Daba mayor interés á estas determinaciones de la gravedad el deseo manifestado por los matemáticos de distintos paises, de adoptar la longitud del péndulo de segundos como tipo métrico universal tomado de la naturaleza misma, segun lo habia propuesto ya Huyghens al idear su *pie horario;* si bien la variacion dependiente de la latitud y el efecto de las atracciones locales, hacen siempre necesaria la referencia á un punto determinado del globo.

La Francia, en los terribles dias de su gran revolucion, se propuso tambien fijar la unidad general de medida, deduciéndola de la magnitud del meridiano terrestre, á cuyo fin los célebres astrónomos Delambre y Mechain establecieron una nueva cadena entre Dunkerque y Perpiñan, prolongándola el último por nuestro territorio hasta llegar á Barcelona. Una comision de sabios de distintos paises, en la que España estuvo representada por Ciscar y Pedrayes, determinó, fundándose en estas observaciones, la longitud del *metro* ó tipo fundamental

del moderno sistema de medidas, cuyo uso, si no se ha generalizado tanto como fuera de desear, va estendiéndose sin embargo de dia en dia entre los pueblos de orígen latino.

Los trabajos geodésicos reciben en nuestro siglo el mas vasto desarrollo. Mide de nuevo Svanberg el arco de Laponia, y poco despues Biot y Arago, acompañados de los matemáticos españoles Chaix y Rodriguez, prolongan la cadena de Mechain á lo largo de las costas de Valencia, enlazando con ellas las islas de Ibiza, Formentera y Mallorca. Tras los ejércitos franceses victoriosos en Italia y Alemania marchan ingenieros geógrafos, que cubren de triángulos gran parte de los paises ocupados; y cuando despues de heróicos combates retroceden vencidos los invasores, y descansa la Europa de tan prolongada lucha, casi todas las naciones, rivalizando ya solamente en el pacífico campo de la ciencia, procuran conocer con exactitud el territorio que habitan, y acumulan nuevos datos para la resolucíon del importante problema de la figura de la tierra. Estudia Zach los efectos de la atraccion de las montañas operando en la vertiente meridional de los Alpes, cuyas cumbres corona mas tarde Dufour con una red de triángulos próxima á los trabajos del mismo género efectuados en Baviera. Apoyándose en las operaciones de Delambre, y adoptando la mayor parte de sus métodos de observacion y de cálculo, extienden los oficiales franceses sobre el territorio de su pais nueve grandes cadenas geodésicas, siendo la que corresponde al paralelo medio entre el ecuador y el polo continuada por los geómetras italianos hasta terminar en el Adriático. El infatigable Marieni establece, partiendo desde Nápoles, una serie no interrumpida de triángulos, que enlaza en Polonia con el inmenso trabajo de los rusos, prolongado por los suecos y noruegos, y que comprende, desde las costas del mar Glacial hasta la desembocadura del Danubio, un arco de meridiano de 25 grados de amplitud. El grande astrónomo Bessel lleva á cabo en la extremidad oriental de la Prusia una triangulacion, modelo de todas las posteriores, estendiéndola Baeyer hasta unirla con los trabajos análogos de Dinamarca, Hannover y Bélgica, al norte de la cual ha renovado Krayenoff la antigua operacion de Snell. Completan los ingleses la bella red geodésica que cubre el territorio de la Gran-Bretaña y

de la Irlanda, determinando el desvío de la plomada en las cercanías de Edimburgo, y haciendo observaciones del péndulo en la boca y el fondo de la mina de hornaguera de Harton, á fin de conocer la densidad media de la tierra. Al otro lado del Atlántico los norte-americanos cubren sus costas de grandes triángulos, al mismo tiempo que en Asia, Lambton y Everest, trasportando en camellos y elefantes sus magníficos instrumentos de observacion, continúan la medida de Topping, llevándola desde el extremo meridional de la India hasta la gigantesca cordillera del Himalaya.

Disponiendo del tesoro de preciosos conocimientos acumulado por tantos y tan distinguidos geómetras, emprende al fin la España sus trabajos geodésicos, que bien pronto cruzarán la Península desde el Pirineo al antiguo Peñon de Calpe, llegando así al estremo de la Europa, para lanzarse despues al Africa, la gran triangulacion que une ya la Irlanda y la Italia con las costas del mar Caspio y con las últimas islas de la Noruega, en las heladas regiones del polo.

Las altitudes ó alturas sobre el nivel del mar, consideradas durante largo tiempo como de un interés secundario, se determinan hoy con toda la posible exactitud, y hasta son objeto de trabajos especiales, en que no se omite medio alguno de atenuar la influencia variable de las refracciones atmosféricas. En todos los paises cruzados por cadenas geodésicas ha sido medida la altura de las principales montañas; y las operaciones ejecutadas á lo largo del Pirineo y al través de la Europa central prueban que, prescindiendo de la accion de las mareas, de los vientos y de las corrientes, el Océano y el Mediterráneo, así como el Adriático, el mar Negro y el Báltico, forman una sola superficie de nivel, la cual comprende igualmente á las aguas que bañan ambos extremos del Istmo de Suez. Un bello trabajo efectuado al norte del Cáucaso, presenta, por el contrario, el nivel del mar Caspio como bastante inferior á dicha superficie general de equilibrio.

Brunner, Repsold y otros habilísimos artistas construyen instrumentos geodésicos susceptibles de todo género de rectificaciones, y á los cuales aplican los medios empleados en los observatorios astronómicos, sustituyendo el nonio con microscopios micrométricos de nota-

ble precision. Este sistema se introduce tambien en los aparatos de medir bases, que desde las antiguas perchas de madera puestas directamente en contacto, han llegado á convertirse en grandes termómetros metálicos, cuyos intervalos se aprecian, ya con cuñas de cristal, ya con la indicada observacion microscópica. Las señales establecidas en los vértices varían en los distintos paises, prefiriéndose hoy para los trabajos de gran exactitud las miras planas y el heliotropo de Gauss, que reflejando la luz del sol la envia á inmensas distancias en forma de brillante estrella. El admirable descubrimiento de la telegrafía eléctrica, que lleva casi instantáneamente la palabra humana á las regiones mas remotas, proporciona al fin los medios de conocer con extraordinaria precision la diferencia de longitudes, y viene á servir de poderoso instrumento para el estudio de la forma de nuestro planeta.

Las diversas y multiplicadas observaciones que en la geodesia moderna concurren á determinar los valores definitivos de los ángulos y las coordenadas geográficas de los vértices, han hecho insuficiente el procedimiento de tomar los términos medios, conocido ya de los antiguos, reemplazándole un sistema de compensacion de errores fundado en los métodos analíticos, que con el nombre de teoría de las probabilidades viene siendo objeto, desde Pascal y Fermat, de las especulaciones de los mas eminentes matemáticos. Este sistema ha servido tambien para deducir de los grandes trabajos geodésicos la figura y magnitud de la tierra, la cual, aunque presentando numerosas irregularidades, difiere poco de un elipsoide de revolucion cuyo semidiámetro ecuatorial excede al polar en 21 kilómetros, ó sea en dos veces y media la altura de la montaña mas elevada del globo. El achatamiento de $\frac{1}{299}$, que el insigne Bessel ha encontrado combinando diez medidas de arcos de meridiano, concuerda exactamente con el resultado de la medicion de varios grados de paralelo, y se halla intermedio entre el que indican las oscilaciones del péndulo observadas en ambos hemisferios por Biot, Kater, Sabine y Freicinet, y el deducido por el ilustre Laplace de la influencia que ejerce nuestro planeta en los movimientos de la luna; sirviendo el indicado valor del achatamiento, atendida la velocidad de la rotacion diurna, para confirmar la hipótesis que considera la tierra

como primitivamente flúida, y aumentando de densidad desde la superficie hácia el centro.

Tales son, Señores, en tosco y desaliñado resúmen, los esfuerzos hechos por el hombre para conocer geométricamente el globo que habita. Pasando de las simples conjeturas á las medidas directas, y de éstas á los métodos trigonométricos, la vision telescópica y el prodigioso desarrollo alcanzado por los diversos ramos del saber en los dos últimos siglos, le permiten elevarse al conocimiento de la verdadera figura de nuestro planeta, viniendo las grandes teorías de la mecánica celeste á confirmar el resultado general de las determinaciones geodésicas. Aun cuando estos trabajos no sirviesen de base en todos los paises cultos á la formacion de los mapas topográficos, tan útiles al progreso material de los pueblos, lo mucho que han contribuido al adelantamiento de las matemáticas bastaria para conquistarles el aprecio de los que, consagrando su inteligencia al estudio de las sublimes leyes del tiempo y del espacio, encuentran en la contemplacion de la verdad sin sombra alguna de duda, un manantial de purísimos goces, en medio de los cuales no pueden menos de sentirse arrebatados de religiosa admiracion hácia Aquel de quien procede todo conocimiento verdadero. Que es la ciencia en el hombre como el fecundante curso de las aguas en la naturaleza: misteriosa emanacion del Océano sin límites de la eterna Sabiduría: nace débil hilo de plata del seno de la humana flaqueza, avanza con esfuerzo por áspero camino, y si logra no perderse en el cenagoso campo del error, sigue ya con acrecentado caudal embelleciendo cuanto toca, hasta confundirse de nuevo en el piélago de la Verdad infinita, que le atrae con fuerza irresistible.

# CONTESTACION

AL DISCURSO ANTERIOR

# POR EL EXCMO. SR. D. VICENTE VAZQUEZ QUEIPO,

ACADÉMICO DE NÚMERO.

## Señores:

Solo cediendo á la amistad, y á las respetables, y para mí siempre preceptivas, insinuaciones de nuestro dignísimo Presidente, he podido tomar sobre mis débiles hombros el honroso, pero dificilísimo cargo de contestar el elocuente y erudito discurso que acabais de oir sobre una materia que, si bien la cultivé con pasion en mi juventud, hace mas de 30 años he dado completamente al olvido. No espereis, pues, que siga al nuevo Académico á la altura á que se ha elevado en la reseña histórica de uno de los ramos, que mas inmediatamente ha contribuido al prodigioso vuelo tomado de dos siglos acá por las ciencias matemáticas, que tan poderosa influencia han ejercido en el desarrollo de la inteligencia humana. A nadie correspondia tampoco tratar este asunto con la lucidez y copia de datos que lo ha hecho, como al entendido profesor que, uniendo la teoría á la práctica, habia sabido á la vez perfeccionar los instrumentos y hacer uso de ellos en la medicion de la base que ha de servir de fundamento al primer mapa, verdaderamente geodésico, de nuestra Península. Todos conoceis los detalles de esa delicada y penosa operacion, con que se hubieran honrado los primeros geómetras

de otras naciones, y que llevada á cabo con una rapidez y exactitud que podrian haber igualado, pero no escedido, los sábios estrangeros, ha dado una prueba mas á la Europa de que, libre la España de las discordias intestinas que agotaban sus fuerzas, emprende con nuevo ardor el cultivo de las ciencias, siguiendo el glorioso ejemplo de sus antepasados. Cuando el Sr. Saavedra no tuviera otros muchos títulos que le recomendaran á vuestra consideracion, este solo le hubiera hecho merecedor del honroso puesto que le habeis concedido, pues que además de la gloria científica que sus trabajos y los de sus dignos compañeros reflejan sobre la nacion, han de ser estos tambien grandemente fecundos en útiles consecuencias para la administracion del pais.

El conocimiento mas ó menos perfecto de la tierra que habitamos es tan indispensable al hombre desde los primeros albores de la sociedad, que aun cuando no fuese una consecuencia natural de su instintiva curiosidad, todavía sus propias necesidades le obligarian á dirigir sus investigaciones en este sentido. ¿Cómo podrian, en efecto, comunicarse entre sí las diferentes tribus y aun las diferentes familias que constituyeron el primer núcleo de los Estados, sin un conocimiento mas ó menos exacto de los montes y de los valles, de los rios y cañadas que los separaban? Natural es que estas primeras ideas, como todas las que ha adquirido el hombre en su infancia, las fijase en la memoria; pero cuando tuvo necesidad de trasmitirlas á otras personas, forzoso le sería representar gráficamente los objetos mas notables del terreno que habian de recorrer aquellas antes de llegar al punto á que se dirijian, En resúmen, tenia que formar un croquis del pais que se proponia dar á conocer; y tales fueron sin duda los primeros mapas, ó mejor dicho, planos topográficos que formaron los hombres.

Mas tarde, cuando las observaciones astronómicas hicieron ver que una misma constelacion ocupaba diversas posiciones, no solo en las diferentes horas de la noche sino en los diferentes puntos de la tierra, los hombres concibieron la idea de referir á ellas, ó mejor dicho á la esfera celeste, estos mismos puntos, echando así el fundamento de la verdadera geodesia. La historia, á lo menos la trasmitida por los griegos, atribuye á *Anaximandro de Mileto* la construccion de la primera

carta geográfica, como unos 600 años antes de la venida de Cristo; pero hoy sabemos que los egipcios y los caldeos precedieron muchos siglos á los griegos en el conocimiento de los fenómenos celestes, con los cuales está necesariamente ligado el estudio de la forma y dimension de la tierra. No es decir esto que los antiguos egipcios hubiesen adquirido una idea, ni aproximada siquiera, de ambas cosas; pero es indudable que debieron intentarlo, y de ello tenemos una prueba en las tradiciones de los mismos griegos, que atribuian al gran *Sesostris*, tal vez el *Sesortesen*, tercer Faraon de la XII.ª dinastía, mas de 2.000 años antes de la era cristiana, la idea y la ejecucion de levantar una carta general de sus prodigiosas conquistas. Pero de estos primeros esbozos, que otra calificacion no merecen, á las cartas geográficas dignas de este nombre, hay la misma distancia que de los primeros signos ó geroglíficos pictóricos que han trazado los hombres, al alfabeto sencillo y perfeccionado de que hoy nos servimos.

Trascurrieron no años, sino muchos siglos, antes que los astrónomos y los geógrafos de la antigüedad pudiesen representar, siquiera fuese groseramente, la forma de los continentes, ni aun la de una provincia ó estado de corta estension. Faltos de medios científicos para ligar entre sí los puntos inaccesibles, tenian que limitarse á los pocos que podian medir directamente: y por eso las cartas itinerarias parecen ser las primeras y mas antiguas que han trazado los hombres; como que eran tambien las mas necesarias para sus espediciones militares en un principio, y mas tarde para su comercio. Pero aun de las cartas de este género atribuidas á *Agathodemon*, *Eratóstenes* y *Marino de Tirio*, ni una sola ha llegado á la posteridad; y en cuanto á las que corren bajo el nombre de *Tolomeo*, es hoy bien sabido que fueron confeccionadas en los siglos XIII y XIV con arreglo á las obras de este insigne astrónomo y geógrafo, del mismo modo, y acaso por los mismos árabes que formaron, ó corrijieron cuando menos, los tratados de pesas y medidas que van á continuacion de las obras de Galeno.

El mapa mas antiguo que realmente poseemos es la carta itineraria del imperio romano, llamada de *Peutinger*, descubierta por su amigo *Conrado Celtes* en una antigua biblioteca de Spira, y publicada despues

de su muerte por *Marco Velser*, que tuvo la fortuna de hallarla entre los manuscritos de aquel célebre anticuario. Ignórase á punto fijo la época de su formacion; aunque la opinion mas comun, y la que parece mejor fundada, es la de que fué construida en Constantinopla por orden del Emperador *Teodosio*, hácia el año 393, ó segun otros el 435. *Peutinger* la suponia mas antigua, y la hacia subir hasta *Antonino Pio*, como complemento de su famoso itinerario; si bien no falta quien la da un origen mucho mas reciente, hácia fines del siglo XII. Sin entrar ahora en una discusion agena de mi objeto, es indudable que esta carta es el monumento mas antiguo que de este género poseemos.

Posterior á ella viene la del monje *Comas Indicopleustes*, es decir, *navegante en los mares índicos*, porque en efecto habia visitado, siendo comerciante y antes de su ingreso en el claustro, una gran parte de la India, y muy particularmente la isla de Taprobana (hoy Ceilan), de la que nos da una descripcion muy detallada en el libro XI de su *Topografía cristiana*. Acompañan á esta obra, publicada por el P. *Montfaucon* en su *Collectio nova Patrum et scriptorum græcorum*, cuatro láminas, en una de las cuales nos describe la tierra representada por un paralelógramo cuyo lado mayor es doble del menor, alzando sobre ellos cuatro muros, en los que se apoya la bóveda celeste. Esta ligera indicacion basta para darnos á conocer el estado de atraso de la ciencia geográfica hácia mediados del siglo VI, en que escribia el autor.

Menos defectuosas, aunque muy distantes de la perfeccion, son las cartas que el árabe *Edrisi* construyó en el siglo XII, y que sirvieron de fundamento á las publicadas posteriormente por los demás cosmógrafos de su nacion.

Acercábase mientras tanto, con el restablecimiento del orden por la destruccion del feudalismo, la época del renacimiento de las letras, tan fecunda en descubrimientos de todo género, y de la cual data, puede decirse tambien, el renacimiento de la verdadera astronomía. *Copérnico* publica en 1543 su inmortal obra *De orbium cœlestium revolutionibus*, á la que sobrevió muy pocos dias. Sucédenle otros astrónomos insignes, como *Tycho-Brahe*, *Keplero* y *Galileo*, que preparan los descubrimientos del inmortal *Newton*. Pero lo que sobre todo dió un impulso decisivo al

estudio de la astronomía, y con él al de la geodesia y en general al de todas las ciencias fundadas en el cálculo y en la observacion, fué la creacion de las Academias ó corporaciones científicas establecidas en Francia y en Inglaterra al rayar los dos tercios del siglo XVII. En su seno, donde depositaban y discutian los primeros sábios de la época sus multiplicadas é importantes observaciones, se echaron los fundamentos de los grandes progresos que en astronomía física y matemáticas inmortalizaron aquel siglo y el siguiente. A ellos se debe el primer anuncio de los satélites de Saturno, descubiertos por *Huyghens* y *Casini*, como 50 años antes lo habian sido los de Júpiter por *Galileo;* la primera determinacion científica de la magnitud y figura de la tierra; la aplicacion del péndulo á los relojes; la sustitucion de los anteojos á las simples alidadas en los cuadrantes de círculo y demás instrumentos de precision; y en resúmen, cuantos descubrimientos importantes se hicieron desde aquella memorable época en la historia del espíritu humano. Pero seamos justos con la antigüedad. El hombre no progresa en sus conocimientos sino lentamente; y á la manera que el arquitecto que pone la clave de una soberbia cúpula, no es ni puede considerarse como el único autor de aquel grandioso monumento, así tambien los modernos, continuando y perfeccionando los trabajos de los antiguos, no pueden privar á estos de la gloria de haber echado sus fundamentos.

Cómo y de qué manera los han llevado á cabo los modernos, y la parte que en ello han tenido muchos de nuestros mas distinguidos sábios, os lo ha dicho el nuevo Académico en su brillante y ameno discurso. Poco ó nada podria añadir sobre este asunto, que fuese digno de consideracion. Un punto hay sin embargo que ha debido llamar vuestra atencion, y es el empeño con que los sábios han querido llevar al último grado de perfeccion el conocimiento de la verdadera figura de la tierra. ¿Qué importancia podia tener esta determinacion en las aplicaciones mas directas y usuales de la geodesia á la construccion de los mapas y cartas geográficas, ora fuesen generales, ora especiales de algun vasto territorio, y aun de un estenso continente? La hipótesis de la figura esférica de la tierra, acusada por las observaciones de los eclipses de luna, ¿no era suficientísima para dar á las cartas geográficas toda la

exactitud apetecible respecto del uso á que se destinan? Indudablemente que sí. ¿De qué serviría, en efecto, conocer la irregularidad y desigualdad de los meridianos, ni su forma ligeramente elíptica, si no habia posibilidad de trasladarla al papel, aun en las cartas y planos construidos en grande escala? Claro es, pues, que el empeño que en este punto han formado los sábios debe nacer de otras consideraciones mas elevadas, de las cuales depende la resolucion de los problemas mas trascendentales de la física de nuestro globo, y aun de la mecánica celeste. Y es que en efecto, Señores, en el sistema del Universo, donde, como dicen los sagrados Libros, todo está sujeto á *peso*, *número* y *medida*, nada hay aislado; y los hechos al parecer mas insignificantes revelan la Omnipotencia divina, y nos conducen al conocimiento de las leyes generales, impuestas por el Supremo Hacedor á la materia con que formó el Universo.

La primera cuestion, ya que no la mas importante, porque todas lo son en sumo grado, á cuya solucion puede conducirnos el conocimiento perfecto de la figura de la tierra, es la de revelarnos su estado originario, cuando la poderosa diestra del Omnipotente la lanzó en la inmensidad de los espacios por una impulsion oblícua que, sometiéndola á un movimiento de rotacion periódico, simultáneo con el de traslacion, dió orijen á la alternativa de los dias y las noches y de las estaciones, y con ella á las diferentes fases que presenta la vida, y hasta el desarrollo de la inteligencia humana sobre la superficie de nuestro globo. Si, prescindiendo por un momento de la antorcha de la fe, pudiéramos poner en duda la espiritualidad de nuestra alma, y su origen como un destello, aunque en grado infinitamente mínimo, de la suprema Inteligencia que creó y ordenó la asombrosa máquina del universo, bastaria, para convencerse de esta verdad, ver al hombre elevarse por medio de la observacion al conocimiento de las leyes generales que han presidido á la ordenacion, y aun á la creacion de esos innumerables globos que pueblan la inmensidad del espacio. No es pues estraño que el hombre, que el primero supo deducir del simple atraso de un péndulo la figura esferoidal de la tierra, y con ella el estado de fluidez ó semifluidez á lo menos, que tenia en el ori-

jen de los siglos el globo que habitamos, se prosternara, como lo hacia el inmortal *Newton*, ante el nombre del Supremo Hacedor, á cuya contemplacion le elevaba la grandeza de sus mismas maravillas.

Enviado por la Academia de Ciencias el astrónomo francés *Richer* á la isla de Cayena para observar la oblicuidad de la eclíptica y el efecto de las refracciones atmosféricas, notó con sorpresa que el péndulo de segundos, perfectamente arreglado en París, atrasaba sensiblemente en aquella. Divulgado mas tarde este hecho en Europa, y apenas conocido de *Newton*, ó guiado tal vez, como suponen otros, por sus profundas miras teóricas, indicó en su inmortal obra de los *Principios*, no solo la causa de este fenómeno, debido á la disminucion de la pesantez en el ecuador por la mayor fuerza centrífuga de que se hallan animados en él los cuerpos terrestres, sino que dedujo igualmeute de aquí el achatamiento de los polos y la forma esferoidal de la tierra, en el supuesto de que orijinariamente se hubiese hallado en el estado de fluidez ígnea y de una densidad homogénea en sus diferentes capas concéntricas. Bien pronto las academias científicas, y hasta los principales gobiernos de Europa, rivalizaron en celo y esfuerzos para determinar la verdadera figura de la tierra por medio de la medida directa de diferentes arcos de meridiano á diversas latitudes, con el objeto de verificar la exactitud ó discrepancia de los resultados con la teoría de *Newton*. Tal ha sido la causa impulsiva de la multitud de trabajos geodésicos emprendidos en las dos últimas centurias, y continuados todavía en la presente, y que tanto han contribuido, no solo á la perfeccion de la teoría de la tierra y de su satélite la luna, sí que tambien á la de los métodos analíticos, que á su vez han abierto un anchuroso campo á las investigaciones de la inteligencia humana.

Los trabajos de todos estos sábios dieron por resultado la confirmacion de la teoría de *Newton*, si bien con la modificacion que exijia la hipótesis demasiado general de una homogeneidad en las capas de la tierra, incompatible con las muchas vicisitudes por las cuales ésta habia pasado. Estaba reservado á los ilustres *Clairaut*, *D'Alambert* y *Legendre* demostrar la perfecta armonía de la teoría neutoniana con las minuciosas particularidades que ofrece la observacion, tomando en

cuenta los diversos y multiplicados elementos que entran en su apreciacion. Comparando en efecto el valor numérico del achatamiento de los polos con el movimiento de rotacion de la tierra, han deducido los astrónomos, como lo hicieron igualmente para Júpiter y Saturno, que las capas concéntricas de nuestro planeta no eran homogéneas como habia supuesto *Newton*, sino que seguian una progresion crescente, desde 1½ en que puede regularse la densidad media de la superficie, hasta 16¼ que deben tener las del centro. De suerte que para los que saben leer en el gran libro de la naturaleza, la forma esferoidal de la tierra, deducida hoy del cálculo y de la medicion directa de muchos arcos de meridiano, les ofrece una demostracion tan evidente de su constitucion interna y de su estado ígneo al orijen de los siglos, como puede dársela al profundo geólogo el exámen de las rocas y terrenos que constituyen la corteza de nuestro planeta. De este conocimiento cierto, positivo, indudable, á determinar el modo como se ha formado este globo ígneo, hay una inmensa distancia, que en vano con su atrevido vuelo ha querido salvar alguna vez el espíritu humano, sin reflexionar que si el Hacedor le permite conocer la belleza y grandiosidad de las leyes que presiden al movimiento de los astros, jamás le será dado penetrar el arcano que constituye la esencia de la misma Divinidad.

La figura esferoidal de la tierra, no solo condujo á *Newton* al conocimiento de su estado pastoso ó de fluidez primitiva, sino que le sirvió para la resolucion de otros muchos problemas de la mas alta trascendencia. El fenómeno descubierto hace 2.000 años por *Hipparco*, el mas insigne astrónomo sin disputa de la antigüedad, y que constituye lo que se llama *la precesion de los equinoccios*, es decir, la aceleracion del año solar, que en el período de 25.800 años hace variar de posicion á todas las constelaciones relativamente á los polos de la tierra, depende de la figura de esta, sobre cuya masa, aglomerada hácia el ecuador, actuan las fuerzas atractivas del sol y de la luna. Tal fué la solucion de este importantísimo problema, adivinada mas bien que demostrada por *Newton*, con aquella sagacidad, aquella fuerza de ingenio que le condujo á considerar el diamante como un cuerpo combustible, y

el agua como compuesta de un principio inflamable, un siglo antes que el inmortal *Lavoissiere* hubiese demostrado esperimentalmente la naturaleza de ambos cuerpos. Pero si *Newton* previó que la forma esferoidal de la tierra era la verdadera causa de la precesion de los equinoccios, *D'Alambert* fué el primero que demostró cómo actuando nuestros dos grandes luminares sobre el esceso de materia acumulada en la zona ecuatorial por encima de la esfera, cuyo diámetro fuese la línea que une los polos, debia producir sobre ella una accion retardatriz que, comunicándose á toda la masa terrestre, ocasionaba el movimiento en virtud del cual el eje polar vuelve á su primitiva posicion respecto de las estrellas, en un período de 26.000 años en número redondo.

La accion del sol y la luna sobre la protuberancia ecuatorial, debia hacer presentir la que á su vez producirian las desigualdades de la última sobre el eje de la tierra; y si bien es casi seguro que esta analogía no se habria ocultado al profundo genio de *Newton*, ni el cálculo ni la observacion estaban entonces bastante adelantados para ponerla en evidencia. *Bradley* fué el primero que observó que las estrellas, aun correjidas del efecto de la aberracion (cuya ilusion óptica habia ya esplicado con tanta felicidad como brillantez, atribuyéndola á la velocidad de la luz combinada con la de la tierra en su órbita) se acercaban y separaban alternativamente del polo en la pequeña cantidad de 9 segundos; y como el movimiento era comun á todas ellas, aunque en diferente grado segun su posicion, dedujo con muchísimo acierto, á la manera que lo habia hecho *Copérnico* respecto del movimiento diurno, que el fenómeno no provenia de una variacion simultánea, improbable y casi imposible, de toda la esfera celeste, sino simplemente de la oscilacion que el eje de la tierra esperimentaba en torno de su posicion normal. Tal es el fenómeno que los astrónomos conocen con el nombre de *nutacion* ó deviacion, y en virtud del cual, en un período de 18 años y $\frac{2}{3}$, describen los polos de la tierra sobre la esfera celeste un pequeño círculo de 18 segundos de amplitud. *D'Alambert*, que habia demostrado la proposicion sentada por *Newton*, á saber: que la figura esferoidal de la tierra era la causa de la precesion de los equinoccios, demostró igualmente que á ella se debia tambien el fenómeno de la nu-

tacion terrestre. Pero como en la naturaleza la accion de un cuerpo sobre otro engendra necesariamente una reaccion igual y contraria, de ahí el que la forma de la tierra, que produce la nutacion de su eje por la accion de ciertas desigualdades en la órbita de la luna, ocasione á su vez igual fenómeno en el eje de este satélite, fenómeno observado ya, aunque sin conocer la causa, por el célebre *Tycho-Brahe.*

El conocimiento de la figura de la tierra y de las causas que la han producido, nos condujo por analogía á suponer la forma elipsoidal de la luna, y á hallar por este medio la esplicacion natural y sencilla del fenómeno mas sorprendente que ofrece la mecánica celeste. Todos sabemos que la luna ha presentado, presenta, y presentará probablemente siempre á la tierra hasta la consumacion de los siglos, el mismo hemisferio; fenómeno que demuestra no solo que la luna tiene necesariamente un movimiento de rotacion, sino tambien, y esto es lo que constituye su singularidad, que el movimiento angular de su rotacion es igual al de traslacion en su órbita. ¿Qué conexion ó enlace puede haber entre la impulsion primitiva que la lanzó en el espacio y la direccion de esta fuerza relativamente al centro de gravedad de la luna para que guarden entre sí la perfecta igualdad que se observa entre ambos movimientos? La análisis no nos ha dado hasta el presente la solucion satisfactoria de este problema; pero lo que no consiguió la análisis, nos lo revela la analogía. La accion de la tierra sobre la luna cuando aún esta no se habia solidificado, debió producir, si me es permitida esta espresion, una fuerte y permanente *marea*, que acumulando su materia líquida hácia la parte de la tierra, como las aguas del Océano se acumulan por la accion de la luna, prolongó considerablemente el radio lunar en esta direccion, y desalojando su centro de gravedad sobre el que actúa la tierra, á la manera que lo haría sobre un péndulo, dió lugar á un equilibrio casi estable, hácia el cual la llama siempre la accion de aquella por medio de pequeñas oscilaciones, conocidas con el nombre de *libracion.* Así es como el estudio de la figura de la tierra y las causas que la han producido, nos condujeron á descubrir la de la libracion lunar.

Hasta aquí la observacion habia precedido siempre á la teoría, que

se limitaba á esplicar los hechos consignados por la esperiencia. Pero el ilustre *Laplace*, elevando la teoría al mas alto grado de evidencia, la hizo servir para descubrir fenómenos que la observacion no habia ofrecido todavía. Auxiliado por sus profundos conocimientos analíticos, llegó este célebre astrónomo á descubrir dos perturbaciones en el movimiento de la luna, que afectaban su longitud y latitud, dependientes ambas del achatamiento de los polos, ó sea de la figura que presenta la tierra por la accion que ejerció sobre ella la fuerza centrífuga en su estado de incandescencia primitiva. Reconocidas y comprobadas numéricamente estas perturbaciones por el exámen comparativo de las antiguas observaciones, *Laplace* dedujo de ellas el achatamiento del esferoide terrestre; y ¡cosa singular! el cálculo le condujo casi exactamente para ambas al mismo resultado que las medidas directas del promedio de los diversos arcos de meridiano observados en este y el precedente siglo. ¡Qué cosa mas digna de admiracion, en efecto, que ver á un astrónomo determinar, sin salir de su observatorio, la figura de la tierra, que tantos años de penosos y prolijos trabajos habia costado á sus antecesores!

Las operaciones geodésicas no condujeron á los sábios tan solo al conocimiento de la figura de la tierra y de los interesantes problemas que con ella están enlazados, sino tambien á una determinacion exacta de sus dimensiones, de la cual depende otra multitud de fenómenos no menos importantes. La comprobacion de la gravitacion universal, presentada al clarísimo ingenio de *Newton* desde el año 1666, cuando apenas acababa de cumplir su cuarto lustro, fué casi rechazada por este insigne geómetra, porque, al hacer su aplicacion al movimiento lunar, para determinar la intensidad de la atraccion que ejerce la tierra sobre su satélite, halló una diferencia mayor de una sexta parte que la que debia resultar siguiendo la ley recíproca del cuadrado de las distancias. Compréndese fácilmente que para comparar la velocidad de los graves en la superficie terrestre con la de la luna abandonada á su sola gravedad, era indispensable conocer con exactitud el radio medio terrestre, es decir, la distancia de la superficie al centro, espresada en unidades iguales á las que se emplean para valuar la velocidad de los

graves en la proximidad de la tierra, puesto que esta velocidad es el primer término de comparacion que determina la intensidad de la pesantez á esta distancia. Pero esto supone una medida exacta de la circunferencia de la tierra, y las que hasta entonces se conocian eran en estremo defectuosas. Así es que *Newton*, sin renunciar á su profunda conviccion, y procediendo con la reserva que constituia la singularidad de su carácter, guardó el secreto hasta que en el año de 1682 tuvo noticia de la reciente medida de un arco de meridiano, verificada por *Picard*. Armado de este dato emprendió con nuevo calor y con plena fe la repeticion de su primitivo cálculo, y la mas completa coincidencia entre el resultado y la teoría vino á confirmar el gran principio que sirve de fundamento á la constitucion del universo. No debemos pues estrañar que la emocion que este brillante triunfo causó en su espíritu, le hubiese imposibilitado de terminar el cálculo, que se vió forzado á confiar á uno de sus discípulos.

El conocimiento exacto de la circunferencia y diámetro terrestres era igualmente necesario para deducir, de las paralajes del sol y de la luna, su distancia á la tierra, y de consiguiente la de todos los demás planetas al sol, y la de los satélites á sus respectivos planetas. Verdad es que los progresos de la astronomía nos permiten hoy deducir la paralaje del sol, que tan penosos viajes, estudios y observaciones ha costado á los sábios del último siglo, de la simple teoría lunar y de otros varios fenómenos; pero no es menos cierto que al empeño y esfuerzos para determinarla, se debe el interés con que los astrónomos se dedicaron á perfeccionar la geodesia. El conocimiento de las paralajes combinado con el volúmen de la tierra y su densidad media, deducida de las oscilaciones del péndulo comparativamente á las que producen otras masas metálicas en la balanza de torsion, nos han conducido á determinar su masa, y con ella el volúmen, la densidad, la masa y el peso del sol y de la mayor parte de los planetas y satélites que forman su sistema. ¡Qué cosa mas pasmosa que ver al hombre, desde el punto imperceptible que ocupa en el universo, como ya lo decia Plinio, elevarse, no solo al conocimiento de las leyes generales que arreglan la marcha de los cuerpos celestes, sino determinar sus distancias, su vo-

lúmen, y hasta el peso de cada uno de ellos, como si los colocara en el platillo de una balanza!

Tales y tantas son, Señores, las consecuencias á que nos ha conducido el estudio perfeccionado de la geodesia, limitada en sus primeros pasos al conocimiento material del globo terráqueo. Hé aqui cómo las ciencias, aun las que parecen mas humildes en su principio, pueden llegar á colocarse, como la geodesia, en el primer rango por la importancia de sus aplicaciones, y servir de fundamento á la que mas directamente nos lleva á la contemplacion sublime de las inefables maravillas de la creacion. Honor, pues, á los insignes geómetras que han sabido elevarla á tanta perfeccion, como nuestro nuevo Consocio os he demostrado en su elocuente discurso; y ojalá que sus trabajos y los de sus dignos compañeros, que tanta utilidad y gloria han de procurar á la España, abran una nueva era para ella, y sirvan de noble estímulo á la numerosa juventud, que con tanto ardor se entrega en nuestras aulas al cultivo de las ciencias.═He dicho.

# DISCURSO

SOBRE LA

## IMPORTANCIA Y APLICACION DE LOS ESTUDIOS GEOLÓGICOS

LEIDO POR

## EL SR. D. RAMON PELLICO

EN EL ACTO

**de su recepcion de Académico numerario el dia 18 de mayo de 1862.**



### Señores:

Honrado con el voto de esta ilustre Academia para ocupar en ella un lugar de que solo podria considerarme digno, si los deseos de contribuir á la propagacion de los estudios útiles en nuestra patria fuesen suficiente título para merecerlo, no puedo ocultar, en ocasion para mí tan solemne, los encontrados afectos que me agitan. Por una parte el deseo de contribuir con mis escasas fuerzas á las tareas de tan distinguida corporacion, y por otra la desconfianza que me inspira la limitacion de mis conocimientos, presentada todavía mas en relieve al recordar que vengo á ocupar un puesto que tan dignamente llenaba el Ilmo. Señor D. Mariano Lorente, tan prematuramente arrebatado á su patria y al cultivo de las ciencias naturales, turban mi espíritu hasta un punto que, imposible de describir, es sin embargo muy facil de comprender. Para llenar, de la manera incompleta que yo puedo hacerlo, el deber que

hoy me impone la solemnidad del acto, me propongo llamar, siquiera sea ligeramente, la atencion de la preclara reunion que se digna escucharme, acerca de la importancia de un ramo que puede considerarse el mas moderno de la historia natural, pero cuyas aplicaciones y descubrimientos figuran muy á la cabeza de las mejoras y recursos con que la Sociedad moderna ha enriquecido los medios de accion, y los goces que fueron completamente desconocidos de las innumerables generaciones que nos han precedido.

Hablo, Señores, de la Geologia, cuyo racional cultivo solo puede contarse desde los últimos años del siglo anterior, en que el distinguido talento de Werner, ejercitado en las profundas minas de la humilde y morijerada Sajonia, reuniendo á sus concienzudas observaciones otras muchas que estaban oscurecidas y mezcladas con teorías mal fundadas ó absurdas, formó un cuerpo de doctrina en que los hechos y su aplicacion se enlazaban con tanta claridad y armonía, que llamando la atencion y mereciendo la aprobacion universal, no solo sus escritos fueron buscados con ánsia, sino que de todos los estados del viejo continente acudieron distinguidas personas á escuchar sus lecciones, no siendo por cierto la España la última que encargó á jóvenes tan aventajados como los Elhuyares y Larrañagas que fuesen á escuchar de sus lábios las luminosas doctrinas que tan profundamente sabia grabar en el ánimo de sus numerosos oyentes.

Otras naciones pudieron sacar inmediato fruto de aquella fecunda doctrina; la nuestra empezó casi al mismo tiempo á atravesar una de las épocas mas desgraciadas de su historia política, que debia durar mas de medio siglo, y en cuyo largo período solo algunas estériles y gloriosas hazañas guerreras habian de iluminar el negro cuadro de desolacion, de atraso y de humillacion que representaba el poco antes fuerte, vastísimo é ilustrado imperio Español.

Antes de la época á que me refiero, aunque habian sido objeto de estudio desde la antigüedad mas remota las masas minerales que constituyen la parte accesible de la corteza terrestre y su modo de formarse, escaso ó ningun fruto se habia conseguido, porque entre los pueblos antiguos, guiados los sabios por su natural inclinacion á lo maravilloso y

á los estudios abstractos, se perdieron en un laberinto de elucubraciones geogénicas, desdeñando completamente el exámen de las rocas, cuyos caracteres podian ser el único fundamento sólido de sus teorías.

Los naturalistas que se dedicaron á este estudio en las épocas que precedieron al último tercio del siglo XVIII, aunque contaban con grandes elementos en el portentoso desarrollo de las demás ciencias auxiliares, no consiguieron tampoco elevar la Geologia á la categoría de verdadera ciencia, porque dirijiendo sus reconocimientos y estudios esclusivamente á las montañas elevadas y á las localidades donde jugaban el principal papel las rocas cristalinas, y donde el trastorno de las capas sedimentarias habia sido mas notable, no podian comprender estas trasformaciones, estas irregularidades, cuya esplicacion fue luego tan facil cuando aquellos lechos se estudiaron primero en su natural posicion horizontal en las llanuras, y fueron despues observados en los diversos tránsitos á que fueron sucesivamente sometidos, y en la flora y la fauna que acompañaron su aparicion.

Tal es el origen y la base de la Geologia moderna, de esa ciencia que en su verdadera y mas lata acepcion, como dice el ilustre Vizconde de Archiac, se estiende á todos los ramos de nuestros conocimientos que se ocupan de los cuerpos orgánicos é inorgánicos, y es como una vasta síntesis donde vienen á reflejarse á la vez la historia de la vida en la superficie del globo, y la historia de sus revoluciones físicas.

Despues del venerando nombre de Werner, á quien no se puede negar con razon el justo título de fundador ó por lo menos de regenerador de esta ciencia, vienen los de Humboldt, Cuvier, Brochi, Smith, Dauvoisson, Brogniart, Lyell, Murchison, Dumont, Maclure y otros muchos no menos dignos, á quienes debe la ciencia el pasmoso engrandecimiento que ha alcanzado en poco mas de medio siglo, sin perdonar para conseguirlo ningun género de fatigas y penalidades, á costa de las cuales no quedó apenas comarca que no fuese objeto de concienzudas y escrupulosas investigaciones, no solo en la civilizada Europa sino tambien en las mas apartadas regiones de la América, de la Siberia, de la India y del Africa, sin ser bastante á estorbarlas, ni los hielos de los polos, ni la abrasada temperatura de la zona tórrida.

A tanta costa, y á favor de tales esfuerzos, se ha conseguido describir racional y metódicamente las masas minerales que constituyen nuestro planeta, su orden de superposicion, la época relativa de su aparecimiento, y las causas que esplican satisfactoriamente su formacion, y los diferentes tránsitos y perturbaciones de que han sido objeto; perturbaciones que llevaban en pos de sí cambios completos en la orografía é hidrologia del mundo, y en la vida de los reinos animal y vegetal. Estos grandes cambios, dejando grabadas de una manera indeleble las huellas de su realizacion, han suministrado preciosos y seguros caracteres para fijar la cronología de acontecimientos tan importantes.

Prescindiendo de si esta esfera que habitamos debe su origen á una porcion de materia desprendida del sol ó de otro de los grandes planetas, como opinan diferentes astrónomos de gran celebridad, necesitamos, para esplicar su actual figura y otra porcion de fenómenos, suponer que la masa que la constituye afectó por completo en un principio el estado pastoso ó de fluidez ígnea.

Desde que este estado fluido de la materia, estado que aún se conserva todavía en el interior del globo, cesó en la superficie por el enfriamiento y consiguiente solidificacion sucesiva de la corteza esterior, comenzaron á aparecer los diferentes terrenos, y á verificarse los numerosos y variados fenómenos que forman el objeto principal de los estudios geológicos.

Atendido el origen de los terrenos, se dividen en neptúnicos y plutónicos: los primeros, debidos á la destruccion de rocas preexistentes, cuyos despojos, arrastrados por las aguas y sedimentados en los puntos bajos ó en el fondo de los lagos ó mares, han ido formando capas sucesivas en posicion horizontal. Los plutónicos, productos de la accion ígnea del globo, ya en los primitivos tiempos de su completa fluidez ya en los sucesivos y en los actuales, en que dicha accion continúa, aunque en escala cada vez mas reducida, y encerrada en el núcleo que aún se conserva candente. Modernamente se ha dado el nombre de terrenos metamórficos á aquellos que, siendo de origen sedimentario, han sufrido modificaciones mas ó menos esenciales, pero siempre muy notables, por efecto de la citada accion ígnea; de manera que participan

en cierto modo, por su origen y caracteres, de las formaciones plutónicas y neptúnicas.

En la parte inferior de la corteza de nuestro globo, y como formando su base, con una estension y potencia estraordinariamente mayor que todos los demás terrenos juntos, aparecen primero los graníticos y los gneísicos; y aunque considerados generalmente de formacion ígnea los primeros y de sedimentaria los segundos, son tales las analogías de composicion, de yacimiento, de estructura, y tan insensibles los tránsitos de una roca á otra, que no es de estrañar que todavía atribuyan á ambas algunos distinguidos geólogos idéntico origen ígneo. En estas rocas graníticas demuestran los recomendables estudios y las observaciones microscópicas hechas últimamente por Delesse, Doubrée y Clifton-Sorby, la existencia de multitud de cavidades llenas de agua ó de disoluciones salinas, lo que prueba evidentemente que han debido su formacion á la accion simultánea del calor y del agua.

Aun cuando haya desaparecido la denominacion de primitivos, que há poco se daba á los terrenos graníticos y gneísicos, por haberse encontrado en alguna que otra localidad sobrepuestos á terrenos de sedimento bastante modernos, lo que tal vez proceda únicamente de un trastorno accidental, no por eso, fundándonos en la generalidad de los hechos, podemos dejar de considerar la mayor parte de estas formaciones como las inferiores y mas antiguas de las que constituyen la parte accesible de nuestro globo. Su estraordinaria estension, la falta absoluta de restos fósiles animales y vegetales, y hasta la disposicion peculiar del granito, ofreciendo á nuestra vista formas redondeadas de singular aspecto, y una aglomeracion gigantesca de enormes cantos, todo parece confirmar la misma opinion. Notables por el inmenso número de minerales diseminados que contienen, lo son aún mas por los numerosos criaderos metalíferos que en ellos se encuentran, enriqueciendo muchas comarcas del antiguo y nuevo continente que sería molesto enumerar; contentándonos con citar en nuestro suelo la plata de Hiendelaencina, los plomos y cobres de Linares, y los antimonios y estaños de Zamora y de Galicia.

A las formaciones de que acabo de hablar siguieron las nombradas

paleozóicas, ó de fósiles antiguos, con sus cuatro diferentes grupos siluriano, devoniano, carbonífero y permiano. Su origen es ya claramente sedimentario, como lo demuestra su testura, las partes arenáceas que envuelven, y sus capas fragmentarias y de pudingas, así como la abundancia de materias betuminosas y carbonosas.

La vida orgánica dejó ya en estos terrenos numerosos restos representados principalmente por los trilobites, que abundan mucho en sus miembros inferiores, así como los ortoceras, los ortis, evonfalus, pentameros, goniatites, productus y varias clases de peces, entre ellos los llamados saurios, algunos de los cuales llegan á competir en tamaño con los mas enormes cetáceos. La gigantesca y numerosa flora esparcida en el grupo carbonífero, nos demuestra la estraordinaria fuerza de vejetacion que, á favor de una temperatura y de una atmósfera sobrecargada de humedad, se desarrolló en aquel período del mundo. Las plantas coníferas, las palmeras y los helechos arborescentes de aquella época, esceden mucho en su talla y desarrollo á la frondosa vegetacion actual de los paises tropicales.

La industria, que encuentra en los terrenos paleozóicos ricos depósitos de hierro, plomo, cobre, zinc y otros metales, les debe tambien su mas poderoso elemento, la hulla, ese precioso combustible que, prestando un manantial inagotable de fuerza, mas facil de manejar que todas las anteriormente conocidas, y convirtiendo á los hombres en titanes, ha elevado la industria fabril, las comunicaciones y la navegacion á una altura que se hubiera calificado de imposible hace algo menos de un siglo.

Nuestra patria, poco solícita en aprovechar los ricos dones con que la favoreció la Providencia, y que sin embargo obtiene ya cuantiosos valores de la plata de Sierra-Almagrera y Hiendelaencina, del azogue de Almaden, de los cobres de Riotinto y de los plomos de Sierra de Gador y Cartagena, aún no hace mas que comenzar la esplotacion de los ricos depósitos de carbon tan abundantes en las provincias de Oviedo, Córdoba, Palencia, Leon y otras.

Los terrenos secundarios vinieron despues á recubrir parcialmente á los paleozóicos, cuyos elementos, desagregados en mucha parte y

arrebatados por grandes cataclismos, les prestaron sus materias constitutivas en forma de rocas muy variadas, como margas, areniscas, pudingas, arcillas y calizas, entre ellas algunas tan notables como el marmol de Carrara y las piedras litográficas.

Entre los séres que entonces poblaban el mundo, muy distante aún de poder sustentar á la especie humana, se distinguian una porcion numerosa de gigantescos reptiles y otros animales estraordinarios, como los megalosaurios, ictiosaurios, plesiosaurios, pterodáctilos, ammonites, belemnites, etc. La vegetacion tambien participaba del mismo estraordinario desarrollo, y era esencialmente muy distinta de la actual, aun cuando presentaba ya ciertas analogías con la de nuestras regiones tropicales.

Los terrenos secundarios contribuyen á la industria de nuestro pais con productos de tanto valor como las calaminas y blendas de toda la costa Cantábrica, el mineral de hierro de Somorrostro, los combustibles de Cuenca, Soria, Teruel, las cales hidráulicas de Guipúzcoa y de otros varios puntos, y con escelentes mármoles y piedras de construccion.

A descansar inmediatamente sobre estos terrenos vinieron los llamados terciarios, en lechos con frecuencia horizontales, de una regularidad y potencia notables, y compuestos por lo general de rocas calizas, cuarzosas y arcillosas, ocupando de preferencia las llanuras poco elevadas, sin que por eso dejen de mostrarse tambien en las montañas mas altas. Tal vez la circunstancia de ser la formacion sobre que asientan Paris, Londres, Viena, Bruselas y otras ciudades importantes, ha contribuido mucho á que sea la mas estudiada y conocida. Tambien la capital de España, aunque con el intermedio de un depósito diluvial, se asienta sobre el terreno terciario, marcando precisamente un punto del límite septentrional de un antiguo y estenso lago que termina por el Sur en Sierramorena, dividido por la cordillera granítica de Guadarrama de otro lago de no menor estension, que se prolonga por el Norte hasta la cordillera Cantábrica. Estos dos grandes lagos, situados en la region central de la Península á una elevacion considerable sobre el nivel del mar, y que por todos sus caracteres son contemporáneos y pertenecientes al período mioceno, contienen grandes mamíferos y otros

fósiles lacustres sin indicio alguno de restos marinos, circunstancia que diferencia esta de la generalidad de las grandes formaciones terciarias, en las que la frecuente alternativa de los sedimentos marinos y fluviátiles, demuestra que la disposicion particular de la superficie favorecia su alternada invasion por los lagos y los mares, es decir, por las aguas dulces y saladas.

En esta época desaparecieron completamente los estraños reptiles y peces que caracterizan la anterior, sustituyéndolos otros que tienen ya cierta analogía con los que viven en la actualidad.

Los mamíferos aparecieron por primera vez y en número muy considerable. Los ammonites y belemnites desaparecieron completamente; y los moluscos, los articulados y los zoófitos que los sustituyeron, son bastante análogos á los de la época presente; es decir, que aunque de especies distintas, pertenecen á los mismos géneros.

Tampoco la abundante flora de los terrenos terciarios difiere esencialmente de la que cubre nuestro globo en la actualidad sino por las especies, siendo muy comunes las palmeras y un gran número de plantas dicotiledones. La formacion terciaria, muy estendida en nuestra Península, principalmente en la region central y en la costa del Mediterráneo, contiene abundantes depósitos de azufre, de lignito, de yeso, canteras de piedra caliza y otros materiales de construccion.

Llegamos por fin al período cuaternario y moderno; es decir, á la época en que el estado del globo, sus condiciones climatológicas, y todas las demás circunstancias que influyen mas directamente en la vida orgánica, eran sensiblemente iguales á las actuales, y en que por consiguiente el hombre pudo presentarse ya á presidir la magnífica creacion que habia necesitado un inmenso número de siglos para adquirir la perfeccion que hoy ofrece.

Aunque generalmente se han considerado como dos épocas enteramente diferentes la cuaternaria ó diluvial y la moderna, no hay inconveniente en reunirlas en una sola, mucho mas ahora que, con el importante y reciente descubrimiento de hachas de pedernal y otros productos de la primitiva industria humana en el lehm ó capas de légamo del terreno diluvial en el Norte de Francia, ha desaparecido uno de los princi-

pales caracteres que se suponia separaban las dos citadas épocas. Este descubrimiento ha venido á demostrar tambien la contemporaneidad de los huesos humanos encontrados en las cavernas del Brasil, con los restos de animales diluviales cuyas especies han desaparecido.

Probada la existencia del hombre en la época cuaternaria, y atendida la estraordinaria semejanza entre su fauna y la de la época moderna, que solo se diferencian en la falta de algunos grandes mamíferos, como el megaterio, megalonis, milodon y otras varias especies, cuya estincion se esplica facilmente por repentinos cambios de temperatura combinados con la existencia de grandes ventisqueros y la produccion de violentas corrientes de agua, hace mas dificil y menos conveniente la separacion de ambas formaciones.

La composicion de sus terrenos consiste generalmente en depósitos incoherentes ó fragmentarios, de espesor muy variable y sin estratificacion regular, distribuidos en llanuras bajas ó acumulados en los valles.

La formacion diluvial, que ha facilitado en sus inagotables tesoros de la California, del Brasil, los montes Ourales y la Australia la mayor parte del oro que la sociedad destina á sus necesidades, presenta tambien este metal, aunque no muy abundante, en las arenas de los rios Sil, Tajo, Darro, Aragon y algunos otros de los que surcan el suelo de nuestra España.

Despues de las concisas ideas que acabo de presentar sobre las grandes masas minerales que constituyen la corteza de nuestro planeta y la importancia que su estudio ofrece, debo indicar, aunque sea ligeramente, las principales aplicaciones de los conocimientos geológicos, para demostrar que su cultivo no es menos util que agradable.

Siendo tan íntima como á primera vista se deja conocer la relacion de la Geologia con la mayor parte de las ciencias físicas y naturales, si de ellas recibe, como así sucede en efecto, los mas poderosos auxilios, tambien ella contribuye notablemente á los adelantos de aquellas, ya ensanchando en estension estraordinaria el campo de los hechos y conocimientos necesarios para ampliar las incompletas escalas de séres orgánicos, dándoles á conocer muchas especies botánicas y zoológicas

que, habiendo dejado de figurar entre los séres vivientes, se conservan sin embargo escondidas en las entrañas de las rocas, como para servir de faro á los naturalistas en sus profundas y laboriosas investigaciones; ya facilitando al químico y al físico el estudio y esplicacion del calor central, de los temblores de tierra, de los fenómenos volcánicos, y sobre todo de los fenómenos magnéticos y eléctricos, que tan poderosa influencia ejercen sobre la naturaleza entera.

Tambien esta ciencia nos presenta como naturales muchos hechos históricos que, sin su auxilio, parecerian absurdos ó prodigiosos. Así es como, conocida á fondo la disposicion orográfica del fragoso suelo de la antigua Cantábria, dejan de parecer preternaturales, aunque no menos gloriosos, la obstinada defensa y los señalados triunfos que un puñado de nuestros antepasados consiguieron contra los numerosos y aguerridos ejércitos agarenos.

La aplicacion de los conocimientos geológicos á la agricultura y á casi todas las industrias conocidas produce tan benéficos resultados, que no hay Gobierno ni pueblo civilizado que no se hayan dedicado en estos últimos tiempos con laudable empeño en facilitarla. Inglaterra, Alemania y Francia formaron muy luego con este objeto sus mapas geológicos, y la naciente, y hoy ya oscilante, república Anglo-Americana, apenas constituida, fue uno de sus primeros cuidados hacer esplorar concienzudamente por distinguidos geólogos, y dar á conocer el suelo de aquellos Estados, para que el cultivo y las manufacturas se apresurasen á aprovechar los ricos elementos que encierra.

Cuando la clara antorcha de la Geologia sirve de guia á la agricultura, no necesita desaprovechar el tiempo en costosos y empíricos ensayos, sino que desde luego puede apropiar á cada localidad las cosechas mas útiles y lucrativas, segun la composicion del suelo y sus condiciones hidrológicas y climatológicas.

Ella nos enseña á elejir las mejores tierras para el cultivo, segun la proporcion de sus tres principales elementos, que son los óxidos minerales cal, alúmina y sílice; y tambien á modificarla de la manera mas conveniente. Nos da á conocer las rocas alcalinas, como las feldspáticas, micáceas y otras muchas, que ejercen una influencia tan señalada

en la vegetacion; nos proporciona las bases mas seguras para encontrar las aguas, tan necesarias á toda clase de cultivo, ya sea por medio de galerías subterráneas, ya por pozos artesianos, ó ya á favor de pantanos, aprovechando la mas favorable disposicion del suelo en cada localidad. Cuando puede disponerse de distintos raudales de agua, ella enseña los que deben preferirse, segun la mayor ó menor abundancia de los principios nutritivos para las plantas de que puedan ir cargadas á consecuencia de la naturaleza del terreno que en su origen ó curso atraviesen, eliminando aquellas que, por la cantidad ó composicion de las sustancias salinas que lleven en disolucion, pueden ser nocivas.

Cuán grande debe ser la influencia de la Geologia en las artes industriales se concibe desde luego, al considerar que estas obtienen del reino mineral la mayor y mas importante parte de sus primeras materias. Desde los metales preciosos, que son el elemento mas cómodo y aun indispensable en las transacciones mercantiles, ó los mas significativos signos del lujo cuando la mano del artista los combina habilmente con las piedras preciosas, hasta el mas abundante, modesto y mas util de los metales, todos se encuentran mas ó menos disfrazados en las diferentes formaciones geológicas. En ellas busca el industrial ese precioso combustible que es, de algun tiempo á esta parte, su mas poderoso auxiliar. En ellas busca y encuentra en cantidad inagotable ese metal que, manejado por el soldado, por el labrador y por el artesano, sirve al mismo tiempo para dirimir las cuestiones entre los hombres y los Estados, para fertilizar las tierras, y para llevar á cabo las colosales obras que el genio de tantas generaciones ni aun se atrevió á concebir, dejando para la nuestra el formar con el hierro el suelo de incomensurables vias, la construccion de gigantescos buques, de poderosas máquinas de vapor, de atrevidos puentes y de inmensos edificios.

El escultor trasmite á la posteridad, esculpida en mármoles y bronces, la figura de los personajes cuyos hechos enaltece ó condena la historia; el fabricante de porcelana obtiene de las rocas su finísima pasta y sus brillantes colores; de ellas obtiene el constructor esos cementos hidráulicos, que le permiten atravesar y enfrenar entre sólidos diques, las indomables ondas del Océano; y la Química, hermanada con

la Geologia, nos enseña el medio facil de preparar, con esos inmensos depósitos de arcillas esparcidos por todo el orbe, un metal que se presenta ya, por su apariencia, aplicaciones y propiedades, como digno émulo del oro y de la plata.

Maravillosos son sin duda los esfuerzos y las conquistas del hombre; pero en el limitado campo accesible á sus investigaciones, solo le es dado estudiar esperimentalmente una pequeñísima estension de la corteza del globo, de esta partícula mínima comparada con la magnitud y número de los infinitos cuerpos que pueblan el espacio. Cuando en nuestra imaginacion se fijan estas ideas, el primer sér de la creacion aparece bien pequeño y desgraciado; ¡pierde tanto de su aparente grandeza!

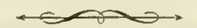
Conozco, Señores, que para cumplir estrictamente con el compromiso de este dia, que vuestra benevolencia me ha creado, no debo prolongar mas este desaliñado discurso. Ageno por mi parte á toda pretension de ostentar una instruccion de que carezco y una erudicion que mi pobre memoria rechaza, solo me resta suplicaros perdoneis haya ocupado, aunque sea por breve tiempo, vuestra atencion, avezada siempre á emplearse en asuntos de mucha mayor importancia.

# CONTESTACION

AL DISCURSO ANTERIOR

## POR EL ILMO. SEÑOR DON RAFAEL DE AMAR DE LA TORRE,

ACADEMICO DE NUMERO.



## Señores:

El acto solemne que celebramos en este dia no puede menos de traer á la memoria la sensible pérdida de uno de los fundadores de esta Academia, de su Secretario perpétuo. Los grandes servicios que prestó á la Corporacion, exijen hoy un justo tributo á su memoria.

El Ilmo. Sr. D. Mariano Lorente, desde el principio de su carrera médica mostró decidida prediieccion al cultivo de las ciencias físicas y naturales, que prosiguió siempre con ardor. *Ni un solo dia dejó de cultivarlas*, segun afirma un escrito de su puño hecho en lapiz, única manera de escribir que le permitia el estado de su pulso en estos últimos años. Así que al propio tiempo que prestaba grandes servicios á la humanidad, ya en el ejercicio de su profesion, ya en los diversos trabajos que desempeñó como vocal del Consejo de Sanidad, no los prestaba menores á las ciencias de su prediieccion.

Constituida la Real Academia de Ciencias naturales de Madrid á espensas de sus mismos individuos que, en medio de los horrores de la guerra civil, se reunieron en 1834 para llevar á cabo tan feliz pensamiento, Lorente fue nombrado su Secretario perpétuo en 1836, y solo

su actividad y energía pudieron vencer las grandes dificultades que se oponian á constituir sólidamente aquella naciente Corporacion, precursora de esta Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales, cuya creacion tal vez se hubiera retrasado sin la existencia de aquella.

En la primera reunion que celebró esta Real Academia, nombró al Sr. Lorente su Secretario interino; y al constituirse definitivamente, fue nombrado Secretario perpétuo. La coleccion de sus resúmenes, que forma un grueso tomo en 8.°, demuestra la manera con que desempeñó su honroso y delicado cargo. El amor que profesó á nuestro instituto hasta los últimos momentos de su existencia, está consignado en el legado de su numerosa y escojida biblioteca, compuesta de unos dos mil volúmenes. Al desaparecer de entre nosotros el Sr. Lorente dejó un gran vacío en esta Academia.

Dos afectos contrarios preocupan pues mi ánimo en este momento: por un lado el triste recuerdo de aquel benemérito académico, y por otro la satisfaccion que esperimento viéndole tan dignamente reemplazado por mi amigo y compañero el Sr. D. Ramon Pellico, cuyos servicios en su carrera científica y méritos en ella contraidos, son la prenda mas segura de su acertada eleccion. Reciba, pues, el nuevo académico mis sinceros parabienes.

Cumpliendo el Sr. Pellico con el deber que le impone la celebracion de este acto, ha elejido por tema de su discurso: *La importancia y aplicaciones de los estudios geológicos.* Esta eleccion revela en su autor la predileccion por una ciencia amena en sus doctrinas, fecunda en aplicaciones, guia inseparable del Ingeniero de minas.

Con la época en que principió á cultivarse esta ciencia nos da á conocer tambien al minero naturalista que la presentó formando un cuerpo de doctrina, fruto de sus observaciones. El inmortal Werner, nacido en 1750 en las montañas de la Lausacia superior, hijo de otro minero, habituado por tanto desde su niñez á penetrar en las entrañas de la tierra, dotado de un ingenio perspicaz y observador, y consagrado al estudio de la naturaleza inerte, fue el génio á quien estaba reservada esta gloria. Sus trabajos demostraron que las diversas rocas que constituyen la corteza de este globo, destinado por el Supremo Hacedor para

morada del linaje humano, no yacen agrupadas confusa y tumultuariamente, sino guardando entre sí un orden y relaciones de admirable armonía; y la luz de sus raciocinios desvaneció las tinieblas de la fábula, que siempre tuvo gran dominio en todas las ciencias naturales.

No faltaron, por cierto, hombres eminentes en tiempos anteriores, que bajo el nombre de teoría de la tierra presentaron conjuntos de hipótesis mas ó menos aventuradas sobre la formacion de nuestro planeta. Divagando la imaginacion en un caos de conjeturas sin punto fijo de partida, supuso que la tierra fue un cometa que chocó oblícuamente con el sol y diseminó en el espacio salpicaduras de este astro, que dieron origen á otros tantos cuerpos celestes; otros cometas vinieron despues á chocar con la tierra, y cambiaron su eje de rotacion. En el interior del globo se abrieron grandes cavidades para absorber las aguas superabundantes de su superficie. Algunos autores llegaron á suponer alrededor de la tierra un anillo semejante al de Saturno, y que la caida de sus fragmentos habia producido las cordilleras de montañas que llenan de asperezas la superficie de nuestro planeta. En vano algunos grandes génios que hacen honor al linaje humano, habian elejido la historia de la tierra como objeto de sus meditaciones; algunos de ellos habian adivinado una parte de la verdad, porque *es un privilegio de los hombres de genio que la verdad se les aparezca hasta en sueños* (1); pero sus descubrimientos, ó mas bien sus aspiraciones, no podian colocarse entre los conocimientos científicos, porque carecian del apoyo de la observacion ó esperiencia, que es la base en que se fundan todas las ciencias naturales. Descartes, Burnet, Woodward, Leibnitz, Wiston, Buffon, De Luc y otros en sus investigaciones sobre el origen de nuestro globo, pretendieron remontarse á las causas de efectos imperfectamente estudiados, intentaban descubrir los arcanos mas recónditos que ofrece la historia de la tierra, cuando aún no se habian examinado cuidadosamente las apariencias esteriores; así que no se desenvolvieron los

---

(1) H. de Collegno, Recherches de la partie théorique de la Géologie de la Beche. (Prefacio.)

principios fundamentales de la Geologia, ni se elevó al rango de ciencia, sino en virtud de los trabajos sistemáticos de Werner.

Su desarrollo sucesivo necesitaba, sin embargo, la concurrencia de muchos colaboradores que esplorasen vastos campos de observacion, y por consiguiente el cuerpo de doctrina presentado por Werner no carecia de lunares. Algunas de sus teorías son inadmisibles en el estado actual de nuestros conocimientos; y si bien es cierto que estos errores se hubieran arraigado como axiomas, con notable retraso de la ciencia, durante aquellos siglos en que los discípulos, ligados servilmente á los preceptos de sus maestros, sostenian los errores de estos con espíritu de partido, hoy dia, que no resuena en nuestras aulas el imponente anatema *Pythagoras dixit*, las mismas doctrinas erróneas abren nuevos campos de investigacion, que tarde ó temprano conducen á la verdad. Así es como la Geologia en un corto período se ha elevado á tan grande altura, formando el objeto predilecto de muchos sábios; y á su desarrollo ha contribuido poderosamente el auxilio que le prestan los adelantos progresivos de la física y de la química, y los conocimientos modernos sobre los fósiles.

Los restos orgánicos sepultados en las rocas debieron llamar la atencion de los sábios desde los tiempos mas remotos; las hipótesis á que dió lugar la presencia de estos cuerpos se multiplicaron de tal modo, que no se reconocieron como tales fósiles ínterin se consideraron como juguete ó capricho de la naturaleza, y mientras se desconoció que los animales y plantas, revueltos con los detritus de las rocas y arrastrados por el aire y las aguas, fueron depositados ó sedimentados simultánea y mancomunadamente. A la verdad, es necesario un esfuerzo del entendimiento humano para convencerse de lo contrario; ¿cómo admitir que sean verdaderos restos de mariscos los que se encuentran dentro de las capas de montañas elevadas muchos miles de pies sobre el nivel del mar? Así que la supersticion supuso que los dientes de *squalus* que se encuentran en la isla de Malta eran verdaderas lenguas de serpiente, petrificadas por virtud de S. Pablo despues que una víbora picó al Santo Apostol en aquella tierra sin haberle hecho lesion alguna, y las vendian á los forasteros como de virtud milagrosa. Algunos aseguraron que las

conchas fósiles á que dieron el nombre de *clobosites* (esto es, poleitas ó garruchitas) son hijas del cielo, y que de allá nos caen en los menguantes de la luna. Sin embargo, la existencia de los fósiles en el interior de las rocas y á diversos niveles, encima y debajo de la superficie del mar, tiene una esplicacion sencilla.

La frecuencia, y muchas veces la abundancia con que estos restos orgánicos se encuentran en el interior de las rocas, y los diversos estados de conservacion en que se presentan, ha fijado la atencion de los naturalistas contemporáneos, dando orígen á una nueva ciencia que podremos considerar como hermana gemela de la Geologia, y á la que se ha dado el nombre de *Paleontologia*. Esta nos enseña á distinguir y determinar los restos fósiles del reino animal y vegetal, segun géneros y especies y segun su edad relativa, y á clasificar con su auxilio las rocas en que se encuentran. Esta fauna y esta flora fósiles han enriquecido los descubrimientos humanos, dándonos á conocer no solo las diversas y variadas familias que poblaron nuestro globo antes de la época actual, sino tambien los diversos cambios que ha esperimentado su superficie, ocupando repetidas veces los mares la situacion que hoy ocupan los continentes, y sumerjiéndose estos á su vez para servir de receptáculo á las aguas del Océano. Estos cambios de facies á que estuvo sometida la geografía física del globo terráqueo, influian grandemente en las condiciones climatológicas de sus diversas regiones, y por consiguiente en la naturaleza de los séres animales y vegetales que las poblaban. Así que desde los tiempos mas remotos han estado apareciendo formas orgánicas nuevas sobre la tierra, estinguiéndose otras preexistentes; ciertas especies han subsistido durante períodos mas largos, otras han desaparecido mas pronto, unas y otras para no reaparecer jamás; ninguna especie despues de estinguida ha vuelto á ser reproducida. La ley que ha rejido en la creacion y en la estincion de las especies parece estar espresada, como dice Lyell, en el siguiente verso de Ariosto:

*Natura il fece, è poi ruppe la stampa.*

La naturaleza lo hizo, y despues rompió el molde.

Sin embargo, hay algunas especies que se creian estinguidas, y luego, á consecuencia de investigaciones mas detenidas ó de viajes á paises que no habian sido esplorados, se ha visto que todavía existen; por lo mismo es preciso mucha circunspeccion antes de decidir que una especie, sobre todo del reino animal, ha desaparecido de la superficie terrestre.

Por los restos de ciertas especies que se han hallado en nuestras regiones, se ha visto que en épocas distintas ha habido ciertas razas de animales que han prevalecido sobre las demás, unas veces por su número, otras por su ferocidad, y otras por la naturaleza de la vegetacion, su contemporánea. Las hienas, por ejemplo, han tenido una época de dominio sobre la poblacion del globo; poco despues fueron lanzadas ó internadas en los bosques por la estraordinaria propagacion de caballos y de ciervos; posteriormente parece que dominaron los elefantes, mientras que hoy dia ocupan una corta estension del Asia, huyendo de la persecucion del hombre, á cuya civilizacion se debe la casi total desaparicion de varias especies de animales.

La historia de la Paleontologia es muy corta, pues los naturalistas, como hemos indicado, no se ocuparon de su estudio hasta el siglo actual. El primero que publicó algo sobre esta ciencia, hace poco mas de cuarenta años, fue Mr. Alejandro Brongniart, pero hoy dia es considerable el número de naturalistas de ambos continentes que incesantemente enriquecen nuestros conocimientos con sus publicaciones. Respecto de los antiguos, apenas hay nombres que citar: los dos libros de Teofrasto se han perdido. Bocacio, poeta italiano, cantó al principio del siglo XVI las conchas y otros fósiles que cubrian el suelo de su patria. Nosotros podemos citar tambien la obra que con el título de *Aparato para la historia natural española* publicó en 1754 el Rmo. P. Fr. José Torrubia, Archivero y cronista general de la Orden de San Francisco, ilustrada con láminas que representan con suma exactitud los fósiles de nuestra patria de que tuvo conocimiento. En esta obra, notable por mas de un concepto, se echa de ver la mucha erudicion de su autor, y el fruto que sacó de sus viajes estudiando la naturaleza; así esclama con razon: *gran libro es el que he manejado en mas de veinte mil leguas que he andado.*

El estudio de la fauna y flora fósiles ha suministrado nuevos é inapreciables datos, que concurren á fijar con mayor exactitud el orden cronológico de aquella série de acontecimientos, cuyos períodos nos representa la ciencia en la division de terrenos y formaciones de que ha hecho mencion el nuevo académico. Cuanto mayor es la antigüedad de las formaciones, tanto mayor es la diferencia de formas de los séres sepultados en ellas respecto de los que viven en la actualidad: de modo que la presencia de los fósiles en las rocas sirve al geólogo para determinar los períodos de la creacion, como las medallas y monedas antiguas sirven al arqueólogo para determinar los períodos de la historia humana; y lo que es mas aún, el examen de la naturaleza y yacimiento de estos restos nos permite deducir si la deposicion de los materiales sedimentarios se verificó con lentitud ó celeridad, si tuvo lugar en un mar profundo ó cerca de los continentes, y si el agua donde se depositaron era salada, dulce ó salobre. Cuando se entra en el examen parcial de estos grupos, la imaginacion se estravía al considerar la inmensidad de siglos que trascurrieron durante la formacion de cada uno de ellos, segun lo atestiguan, no solo el espesor de las capas sino la multitud de generaciones de séres que se sucedieron durante cada uno de aquellos períodos; y de aquí la inmensa é incalculable antigüedad de nuestro planeta: así pues, como dice Lyell (1), bien podremos esclamar con el poeta Byron.

The dust we tread upon was once active!
¡El polvo que pisamos estaba vivo en otro tiempo!

Interesante, pues, en sumo grado es la ciencia que nos revela la historia de nuestro globo, y nos pone de manifiesto la estructura de su corteza. El Supremo Hacedor, que le destinó para nuestra morada, no podia menos de confeccionar su obra de modo que satisfaciese á todas nuestras necesidades; su estudio, por consiguiente, debe ser fecundo en aplicaciones, como indiqué al principio de este discurso. A mas de las relativas á la agricultura y á las artes mecánicas, industriales y

(1) Lyell, Elementos de Geologia.

fabriles, de que nos ha hecho mencion el Sr. Pellico, apenas hay carrera facultativa en que no sean necesarios en mayor ó menor escala los conocimientos de esta ciencia. Los Ingenieros de todos los ramos, civiles y militares, el oficial de Estado mayor, el Arquitecto, todos encontrarán grandes aplicaciones de la Geologia á sus carreras respectivas.

El Ingeniero de minas, sin embargo, es el que mas particularmente necesita poseer estos conocimientos en toda su estension: la Geologia, como ya dijimos, es su guia inseparable, le conduce en todos sus trabajos, y le da la solucion de los problemas mas importantes para la industria minera. De aquí se derivan otras aplicaciones que requieren un profundo conocimiento de esta ciencia, siendo en alto grado interesantes todas las relativas á trabajos hidrológicos, como la perforacion de pozos artesianos, que siendo muy sencilla su teoría (la de nuestros sifones), exije grandes conocimientos geológicos teóricos y prácticos para su ejecucion; el instrumento perforador que se emplea en estos trabajos es la sonda ó barrena de montaña, usada en minería desde tiempos muy antiguos, con adicion de algunas piezas adecuadas á la especialidad del objeto. Así es como los Ingenieros de minas han perforado en la Selva Negra algunos pozos artesianos de gran profundidad, para beneficiar una corta cantidad de sal disuelta en sus aguas. ¡Cuánto partido podria sacar nuestra industria si le fuese lícito beneficiar los manantiales que tenemos en completo abandono! La recoleccion, cuidado y conservacion de los manantiales medicinales requiere los mismos conocimientos teóricos y prácticos: entre los ejemplos que en apoyo de este aserto podríamos citar, tenemos uno reciente en el estravío de una parte de las aguas del manantial de Carratraca, á consecuencia de ciertas obras ejecutadas sin los conocimientos especiales necesarios. He aquí por qué en el vecino Imperio y en otras naciones, cada establecimiento de aguas minerales está á cargo de un Ingeniero de minas en todo lo relativo á la conservacion y aumento de sus manantiales. La diversidad de conocimientos especiales que se adquieren en las escuelas de Ingenieros de minas, tanto en las ciencias exactas y sus derivadas como en la física, en la química y en la historia natural, ofrecen un campo de aplicaciones que se estiende mas allá de las peculiares del laboreo y beneficio de los minerales.

Nuestra España, dotada por la naturaleza de tanta riqueza mineral que esplotaron los Fenicios, Cartagineses y Romanos, dejó en completo abandono este ramo de prosperidad pública despues de la caida de aquel Imperio. Los Arabes no tuvieron inclinacion á la minería, y se dedicaron casi esclusivamente á esplotar la feracidad de nuestros campos, y nos legaron testimonios de sus grandes conocimientos agrícolas, particularmente en los canales de riego y leyes ó prácticas para su aprovechamiento, cuya observancia ha llegado hasta nosotros, siendo notable la del tribunal de aguas de Valencia.

Espulsados del suelo pátrio los sectarios de Mahoma, apenas nos dejaron en este ramo trabajos que proseguir ni ejemplos que imitar ; la minería por consiguiente continuó en el estado de inercia á que quedó reducida despues de la dominacion romana. La tradicion y las indicaciones de todos los historiadores, desde Plinio, acerca de nuestra riqueza mineral, no podia menos de llamar la atencion de nuestros reyes, y en 10 de enero de 1559 apareció la Pragmática de Felipe II, en que se permitia á todos los vasallos indistintamente descubrir y beneficiar las minas, pagando una cuota al Real Erario: esta Pragmática ampliaba mucho la Ordenanza de D. Juan II; y aunque en su consecuencia las minas principiaron á formar objeto de cálculo, este ramo no prosperó cual correspondia á nuestra riqueza, ni aun despues que D. Felipe III minoró las contribuciones decretadas por sus antecesores, continuando su decadencia, que casi vino á parar en un total abandono. Cierto es que las leyes del ramo no daban todo el ensanche y proteccion necesarias para el desarrollo de esta industria; pero lo que indudablemente influyó mas para su aniquilamiento fue el estado de ignorancia en que se encontraba el pais respecto de las ciencias indispensables para el laboreo y beneficio de los minerales, y la prueba irrecusable de este aserto es que hasta la direccion de los establecimientos pertenecientes al Estado estuvo entregada por muchos años á manos estranjeras.

Tal estado de humillacion no podia ser perenne; así que la singularidad y riqueza de las minas de Almadén por una parte, y mas que todo la influencia que no podia menos de ejercer en España la rapidez con que en otras naciones se difundia la luz del saber, tan poderosa-

mente auxiliada por la invencion de la imprenta, dieron á conocer la conveniencia de que aquella joya dejase de estar sometida á manos estranjeras, y el rey D. Carlos III, en 14 de julio de 1777, dictó la Real orden de creacion de la Escuela especial de Almadén, á cargo del Ingeniero aleman D. Enrique Stor, señalándose por otra Real orden del año siguiente el sueldo y consideraciones que debian disfrutar sus alumnos, cuyo número se fijó posteriormente en 24. He aquí la primera creacion de un cuerpo facultativo civil en España, á la que veinte y dos años despues siguió la del cuerpo de Ingenieros de Caminos y Canales del reino, por Real orden de 12 de junio de 1799.

El gran renombre de Werner, y el que adquirió la Real Academia de minas de Freyberg, no pasó desapercibido para el Gobierno español, que además de los hermanos Elhuyares y de Larrañaga, citados en el discurso del nuevo académico, envió á la misma otros alumnos de la escuela de Almadén, para que se instruyesen en los diversos ramos cuya enseñanza estaba á cargo de aquel joven profesor.

«Otras naciones, esclama el Sr. Pellico, pudieron sacar inmediato fruto de aquella fecunda doctrina; la nuestra empezó casi al mismo tiempo á atravesar una de las épocas mas desgraciadas de su historia.» En efecto, la guerra de la Independencia vino á aumentar la angustiosa situacion en que se hallaba el pais desde la muerte de Carlos III, y el cultivo de las ciencias continuó abandonado hasta finalizar el reinado último. Sin embargo, en el último tercio de este subió al Ministerio de Hacienda un español ilustrado, que proponiéndose desarrollar en nuestra patria la industria minera, de tantos siglos olvidada, dió el memorable decreto de 4 de julio de 1825, creó la Direccion general del ramo, poniendo á su frente al benemérito é inolvidable Sr. D. Fausto de Elhuyar, auxiliado con los pocos individuos que quedaban de la antigua Escuela de Almadén; estableció otra provisional en esta Corte, y pensionó algunos de sus alumnos, á fin de que en la Real Academia de minas de Freyberg, en Sajonia, adquiriesen los conocimientos necesarios para el establecimiento definitivo de la Escuela del cuerpo. Yo tuve la dicha de ser uno de los elejidos para tan honroso cargo, y sería sobradamente ingrato si no aprovechase esta ocasion para tributar el

debido homenaje á la memoria del ilustrado D. Luis Lopez Ballesteros, que luchando con los obstáculos de la época, tendió una mano protectora á las ciencias y á las artes.

Llegó por fin el dia en que lució de nuevo para España el sol de la libertad, y dió principio la época que podremos llamar de renacimiento: todos los Gobiernos que se han sucedido desde 1834 se han esforzado en dilatar mas y mas la esfera de nuestros conocimientos, ya creando, ya reorganizando los centros de instruccion, tanto para las profesiones civiles como para las militares; y á pesar del poco tiempo trascurrido se han obtenido ya notables resultados, que con incremento progresivo volverán á colocarnos á la altura de las naciones mas adelantadas. Concretándonos al objeto especial de que nos venimos ocupando, desde luego podemos presentar un gran número de trabajos geológicos, publicados unos por la suprimida Comision encargada de formar los mapas geológicos provinciales y el general del reino, incorporada hoy en la Junta general de Estadística, otros que se publican en la *Revista Minera*, y otros ya concluidos, pero todavía no publicados, así como un Manual de Geologia aplicada á la agricultura y á las artes industriales, que obtuvo el premio ofrecido por el Gobierno. Tambien esta Academia contribuye eficazmente al mismo fin, mediante un premio anual permanente para la descripcion geológico-agrícola de una provincia de España; algunas de las que se han presentado han obtenido este premio, y se hallan publicadas en las memorias de la Corporacion, así como varios trabajos de algunos de sus individuos.

Apenas iniciados los estudios geológicos en nuestra patria, ya vemos á España concurrir con las demás naciones al progreso de esta ciencia que, no obstante su rápido desarrollo, todavía ofrece vastos campos de esploracion, cuyo estudio ha de elevarla sucesivamente á mayor altura. Para las futuras generaciones queda reservada la gloria de trazar mapas-mundis retrospectivos, en los que se represente la facies de nuestro globo en cada uno de sus períodos geológicos, con las posiciones relativas de aquellos antiguos mares y continentes, acompañando el catálogo de los séres animales y vegetales, acuáticos y terrestres que los poblaron.

A primera vista sorprende que los estudios geológicos solo daten de fines del siglo pasado: parece un contrasentido que los filósofos de la antigüedad elevasen su vista á la bóveda celeste para estudiar la naturaleza de los astros y las leyes que rijen sus movimientos, y descuidasen el estudio del edificio donde moraban; sin embargo, facilmente se comprende por qué el estudio de la Astronomía precedió de tantos siglos al de la Geologia: un astrónomo, sin salir del Observatorio, ha podido en todos tiempos verificar sus observacioues y cálculos; pero el geólogo necesita recorrer vastos campos de esploracion, lo cual exije cierto grado de civilizacion en el pais; además debe estar dotado del valor y robustez indispensables. ya para sufrir las inmensas penalidades que ocasiona el reconocimiento de sitios escabrosos y de dificil acceso, con riesgo á veces de su vida, ya penetrando en paises incivilizados, donde muchos naturalistas bárbaramente asesinados, han sido otras tantas víctimas ofrecidas en holocausto á la ciencia. El laboreo de minas, que, como indicamos en otro lugar, es uno de los auxiliares poderosos de la Geologia, aunque su antigüedad se pierde en la oscuridad de los tiempos, pues ya Moisés nos presenta á Tubal como un hombre habil en el arte de trabajar los metales; sin embargo, el laboreo no ha podido desarrollarse en grande escala ni descender á las notables profundidades en que hoy dia se encuentran algunas minas, hasta que el descubrimiento de la brújula por una parte, el invento de la pólvora por otra, así como los adelantos modernos de la mecánica, han facilitado de un modo estraordinario los medios de arranque, estraccion, desagüe y ventilacion de los subterráneos: otras causas, en fin, que sería enojoso enumerar, han impedido que la Geologia no haya ocupado antes un lugar entre las ciencias naturales. El siglo del vapor y de la electricidad en que vivimos, imprimiendo su caracter en la actual generacion, nos ofrece estraordinarios progresos y descubrimientos en todos los ramos del saber humano; y si tan rápidos los ha hecho la Geologia en algo mas de medio siglo que cuenta de existencia, proporcionalmente mayores serán sus adelantos en lo que resta del actual.

# DISCURSO

LEIDO ANTE

## LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCION PÚBLICA

## DEL SR. DON JOSE SUBERCASE

el dia 1.º de junio de 1862.

### Señores:

Al hacer uso de la palabra en este recinto y en ocasion tan solemne, es muy sensible carecer de las dotes oratorias que conceptúo necesarias para expresar dignamente mi gratitud por el grande honor que me dispensa esta ilustre Corporacion admitiéndome en su seno; gratitud tanto mas profunda, cuanto mas distante creí estar de merecer tan señalada distincion. En todo caso, la investidura honrosa que voy á recibir hará que adquiera nuevo aliento y redoble mis esfuerzos, procurando seguir á los sábios que la componen, siquiera sea trabajosamente, en los grandes servicios que están llamados á prestar al adelanto de las ciencias, y por consiguiente al progreso de la humanidad.

Obligado, Señores, por los Estatutos á molestar algunos momentos vuestra benévola atencion, me sentia impelido á discurrir acerca del mismo tema que ya en otra ocasion desarrollé, haciendo una breve exposicion de los inmensos adelantos obtenidos en las ciencias y sus aplicaciones, y fijando la consideracion en el poderoso auxilio que para ello reciben de las que por escelencia se llaman exactas.

Mas han sido desde entonces tan autorizadas las voces cuyos elocuentes ecos han resonado en este sitio, trazando la historia de ese progreso, haciendo ver que el génio del hombre ha conseguido llegar á una grande altura, y en ocasiones casi rasgar el tupido velo tras el cual oculta sus arcanos la naturaleza, que para no incurrir tal vez en repeticion de una parte de lo que expusieron, parece mas oportuno tratar ahora de alguno de los estudios que han ejercitado la inteligencia humana, sin que haya podido alcanzar el fin que deseaba.

Como ejemplo nos detendremos breves instantes en la historia de la ciencia que se ocupa en la investigacion de las leyes que rijen el movimiento y la resistencia de los fluidos; porque es una de las que han gastado, por decirlo así, las fuerzas de muchas generaciones de grandes hombres, sin que despues de todo hayan podido obtener una solucion completa de los diferentes problemas que son de su dominio.

Estraño pudiera parecer á primera vista que esta ciencia esté aún rodeada de tinieblas, cuando reune circunstancias que debieran hacerla brillar con vivísima luz. Efectivamente, las necesidades sociales que dependen de aplicaciones hidráulicas son tantas y tan importantes, que aun sin conocer aquellas leyes ha sido preciso tratar de satisfacerlas desde la mas remota antigüedad, sin dejar un solo momento de ocuparse de ellas; y no hay nacion, provincia, ciudad ó particular, cuya prosperidad ó bienestar no dependa en gran parte de ese conocimiento. Si es preciso conducir el agua á nuestras habitaciones, guardarnos de sus estragos, mover poderosos artefactos que alivien nuestra debilidad, embellecer las ciudades, templar su ardoroso ambiente, trasportar productos de provincia á provincia ó de una nacion á otra, es necesario, so pena de esponerse á grandes desastres, tener principios seguros que nos sirvan de guia. El conocimiento de las leyes que sigue el curso del agua al través de los terrenos permeables, y por consiguiente en los manantiales naturales, en los pozos artesianos y absorbentes, el saneamiento de terrenos, en los filtros, es del mayor interés para la agricultura y para la industria, ya sea para aprovecharlas, ya para desembarazarse de ellas. Gran número de problemas relativos á la navegacion, y entre ellos la forma mas ventajosa de las carenas de los buques, no

pueden prescindir de él si han de tener la conveniente solucion. Y sea que se trate del interesante problema del movimiento, resistencia ó desviacion de los proyectiles en el aire, sea que se trate de trasmitir la accion de este, despues de comprimido, á largas distancias, de su accion en las máquinas, de la conduccion de gases, de la elevacion de grandes torres espuestas á los vendabales, es forzoso conocer las leyes del movimiento y resistencia de los fluidos aeriformes.

Si las ocasiones de observar y esperimentar, y por consiguiente de llegar al descubrimiento de aquellas leyes, son tantas, tan frecuentes y tan distintas, pudiera, no obstante, haber faltado tiempo para alcanzar el deseado fin, á causa de ser muy recientes las primeras aplicaciones hidráulicas; mas no es así. Hace 35 siglos se inauguraban en Egipto trabajos de navegacion y riego de tal magnitud, que no dejan duda de que debieron ser precedidos de otros en menor escala. Trabajos tales que, de ser conservados con esmero, hubieran originado una profunda modificacion en muchas de las relaciones sociales que hoy existen, y que emprendidos con los recursos de nuestra época absorben la atencion de todas las naciones, siendo motivo de grandes esperanzas para muchas, y de no pequeños recelos para otras. Los innumerables canales y otras obras, que guiando y regularizando las inundaciones del Nilo, hacian de aquel pais un prodigio de fertilidad, tambien son un notabilísimo ejemplo de trabajos hidráulicos en aquellos tiempos. No lo son menos los inmensos emprendidos en la China dos siglos antes de la Era cristiana, y continuados despues para la union de varios rios y la facil comunicacion entre las provincias del Imperio; el gran canal del Eufrates al Tigris, emprendido 5 siglos antes de la citada Era; los trabajos ejecutados por los Griegos y Romanos para el riego, navegacion y abastecimiento de aguas; los magníficos legados por los Arabes, que hacen de algunas de nuestras provincias dilatados vergeles, admiracion y encanto del viajero, dejan conocer que no es la proximidad de las primeras aplicaciones lo que ha impedido encontrar las leyes que debieron servir de segura guia para otras semejantes.

Los grandes nombres de Arquímedes, de Leonardo de Vinci, de Galileo, del inmortal Newton, de los Bernouillis, Euler, Lagrange y

otros muchos, que hicieron de estas investigaciones un objeto privilegiado de sus estudios, hacen finalmente ver, que si no se han disipado las nubes que envuelven esta especie de conocimientos, no ha sido por falta de inteligencias superiores que hayan procurado dar cima á semejante empresa.

Si el tiempo para reunir observaciones, la frecuencia y diversidad de las ocasiones para hacerlas y los hombres eminentes para discutirlas no han faltado, ¿cómo es que la hidráulica no ha progresado á la par de otros ramos del saber, cuando la aglomeracion de estas circunstancias era tan propia para conseguirlo? La principal causa de esta aparente anomalía, se encuentra fijando la consideracion en la diversa índole de los conocimientos humanos.

Hay unos que, apoyándose en ciertas propiedades del tiempo y del espacio, creaciones puras de nuestra razon, é independientes de toda experiencia, siguen con seguro paso una série de razonamientos que conducen á consecuencias tan incontrovertibles como los principios de que partieron. Así ha podido formarse el magnífico conjunto que presentan las matemáticas modernas, poderoso y aun indispensable elemento de progreso para todas las demás ciencias. Otros, no obstante, que necesitan apoyarse en datos deducidos de la experiencia, pueden adquirir un grado de perfeccion casi igual, porque esos datos tienen una certeza absoluta. Pero los que no están comprendidos en estas dos categorías necesitarian, para llegar á igual altura, el conocimiento de la constitucion íntima de la materia, dato que el hombre está muy lejos de poseer. Y entre tanto, si han de obtenerse resultados que puedan utilizarse para el bien general, es forzoso buscar otros caminos distintos del de los anteriores.

Es preciso observar con esquisito criterio los fenómenos que se presentan naturalmente al hombre, agrupándolos segun su índole, examinar detenidamente las circunstancias de que van acompañados, y luego ver de encontrar su mútua dependencia. Es preciso tambien en otras ocasiones provocar fenómenos, fijando un programa de experimentos à priori, y procurando luego deducir de ellos consecuencias que puedan servir de norma en determinado género de aplicaciones. Por

este camino, sembrado de escollos, se han encontrado asombrosos resultados en la mayor parte de las ciencias físicas y naturales; pero otras veces se ha tropezado con gravísimos inconvenientes, y se han hecho muy lentos progresos.

La hidráulica es uno de los ejemplos mas notables de las inmensas dificultades que se presentan en este genero de investigaciones, para hacer brotar la luz entre el caos de numerosas observaciones y multiplicados experimentos, aparentemente contradictorios á veces, inesplicados no pocas, y en gran número de ocasiones interpretados erróneamente.

Su origen es enteramente moderno: ni era posible establecer una teoría matemática que tuviera visos de alguna exactitud, en tanto que las demás partes de la mecánica racional no estuvieron muy adelantadas ó casi terminadas; así es que el único escrito relativo á la mecánica de los fluidos que nos queda de la antigüedad, y puede darnos idea del estado de la ciencia en aquella época, es el tratado *Insidentibus humido* de *Arquímedes*, que floreció 287 años antes de la Era cristiana.

En este tratado no examina mas que el equilibrio de los cuerpos sumerjidos en el fluido, deducido de dos principios que consideró como confirmados por la experiencia. Estos principios se reducian á suponer que en un líquido, las partes menos comprimidas tienen tendencia á escaparse bajo el esceso de compresion de las que están contíguas, y que la accion ejercida sobre los cuerpos sumerjidos se verifica segun la vertical que pasa por el centro de gravedad de los mismos. Apoyado en ellos y en su superior inteligencia pudo fundar una teoría de los cuerpos flotantes, que aún es digna de consideracion.

A esto se redujeron durante muchos años todos los progresos relativos al equilibrio de los fluidos, ó por mejor decir de los cuerpos sumerjidos en ellos; y por mas que no fuese difícil, despues de lo que Arquímedes habia demostrado, determinar su presion sobre el fondo y las paredes del receptáculo que los contiene, fué necesario el trascurso de 19 siglos para que *Stevin* estableciese, en la obra que publicó en 1585, una teoría de este equilibrio, demostrando la paradoja hidrostática, de que un fluido puede ejercer una presion mucho mayor que su

propio peso; haciendo al propio tiempo ver cuánta era la presion sobre cualquier parte de una superficie plana ó curva, sirviéndose para ello del método de los límites.

En este largo intervalo son casi nulos los progresos de la ciencia que nos ocupa; porque si bien *Heron* y *Ctesibio*, como un siglo despues de Arquímedes, inventaron y pusieron en juego algunas máquinas hidráulicas muy ingeniosas, si bien los molinos de agua eran conocidos desde el tiempo de Mitridates, y si se hicieron trabajos hidráulicos importantes, no se ve que aquellos descubrimientos fuesen debidos mas que á la casualidad, ó á una especie de instinto mecánico. Tampoco encontramos que en las construcciones de canales ú otras obras se guiasen por principios mas seguros; pues aun cuando los Arabes, tan dedicados á las ciencias y á la construccion de canales de riego y abastecimiento de aguas, escribieron algo de hidráulica, en particular *Alkindi*, nada digno de llamar la atencion se sabe que encontrasen en lo que se refiere al movimiento, sino lo poquísimo que se conocia en tiempo de *Vitrubio* y de *Frontino*; y en cuanto á la hidrostática, no hicieron mas que repetir lo que acerca de los cuerpos flotantes ó sumerjidos en un líquido habia ya establecido Arquímedes.

Es verdad que *Frontino*, que entre los antiguos es el que mas ha dilucidado las cuestiones relativas al movimiento de las aguas y al caudal que suministran saliendo por diferentes orificios, vislumbraba la influencia que tienen en el gasto de estos ciertas disposiciones, mas no supo determinar teórica ni experimentalmente el cuánto de esa influencia, y menos fijar reglas positivas para los diversos casos que suelen ocurrir en la práctica. Por eso se le ve enunciar que aquel gasto debe calcularse no solo por la superficie, sino que tambien por la altura del depósito sobre la boca de salida, sin fijar, no obstante, reglas que pudiesen servir para su exacta apreciacion. Sin embargo, esta aseveracion era importante y nueva para su época; y aunque parezca sencilla, ha sido olvidada en muchas ocasiones por autores y prácticos mas modernos.

Podemos, por consiguiente, asegurar que en el tiempo trascurrido desde *Arquímedes* á *Stevin* no pudo conseguirse otra cosa que pasar de

una teoría bastante [elemental, relativa al equilibrio de los cuerpos sumerjidos ó flotantes en un líquido, á otra que tenia por objeto determinar las leyes del equilibrio del mismo líquido cuando está encerrado en un depósito; por lo que hace á las leyes del equilibrio de los fluidos sometidos á un sistema cualquiera de fuerzas, y á las que rijen su movimiento y las resistencias que encuentran en él, nada absolutamente se habia averiguado que pudiera fundarse en principios seguros.

¡Pero qué mucho que esto aconteciese, cuando todos los ramos del saber humano que habian de ilustrar este género de estudios estaban tan atrasados, que ni aun podia emplearse en las nivelaciones un sistema capaz de hacer apreciar con la suficiente exactitud muchas de las causas que influyen en el citado movimiento! Los métodos usados por los Romanos y por los Arabes, lo mismo que los seguidos en los trabajos posteriores, eran demasiado elementales para conseguir aquel objeto; y hasta que *Picard* en 1674 puso en práctica otros mas propios para conseguirlo, con motivo de los proyectos de conduccion de aguas á Versalles, y hasta que pudo emplearse el nivel que lleva su nombre, juntamente con los que casi al mismo tiempo inventaron La Hire y Huygens, no podian menos de cometerse errores notables, que tan lejos de ilustrar las cuestiones hidráulicas, habian de oscurecerlas.

No es pues de estrañar que el gran *Galileo* incurriese en notables equivocaciones al tratar del movimiento de los fluidos, no obstante que entre otros importantísimos trabajos y descubrimientos, se le debe la primera teoría general del equilibrio de los fluidos y de los cuerpos sumerjidos en ellos, deducida del principio, que le es propio, de las velocidades virtuales. Así es que al tratar del movimiento de las aguas por los canales y rios, con motivo del informe que se le pidió por el Gran Duque de Toscana acerca de varias reformas proyectadas en el rio Bisensio, emitió, entre algunas ideas luminosas, otras tan equivocadas como la de suponer que en dos canales de igual altura de caida, pero de distinta longitud, será igual la velocidad aunque el uno sea muy corto y el otro muy largo. Prueba es esta muy clara de la ninguna idea que tenia de las resistencias que encuentran las aguas en su curso, y

que se guiaba únicamente por los principios que habia establecido acerca del descenso de los graves por diferentes planos inclinados.

No obstante esta confusion y atraso de los conocimientos hidráulicos se llevaban á cabo, tanto en Italia como en Holanda, numerosos trabajos que debian servir para ilustrar la ciencia; y se ve un siglo antes de esta época á *Leonardo de Vinci*, si no inventar completamente las esclusas de compuertas que tan gran revolucion debian causar en la navegacion interior, por lo menos perfeccionar la idea y hacerla practicable, al paso que tambien se ocupaba del estudio de algunos fenómenos hidráulicos, tales como los que se refieren al movimiento orbicular que adquieren las moléculas en ciertos casos, con tal perspicuidad, que las observaciones hechas mas recientemente con medios de que no podia disponer aquel eminente Ingeniero, confirman muchas de sus apreciaciones, y ponen de manifiesto que son una causa notable de resistencia en la conduccion de aguas por cañerías y canales. Pero lo cierto es, á pesar de todo, que en tiempo de Galileo, ó sea hácia mediados del siglo XVII, la ciencia del movimiento de los fluidos no contaba con base alguna fija.

En tal estado de cosas, *Torricelli*, examinando los fenómenos que presenta el agua al salir de un recipiente por orificios muy pequeños, encontró el principio que hoy lleva su nombre, inaugurando por consiguiente esa ciencia. Este principio fundamental, que estribaba en la observacion y en las leyes que sobre el descenso de los graves habia establecido Galileo, no pudo, sin embargo, ser demostrado rigorosamente por Torricelli, y se contentó con presentarlo como un resultado experimental al fin de su tratado de *Motu naturaliter accelerato*, publicado en 1643. Al mismo tiempo, confirmando con sus observaciones las ideas de Galileo sobre el peso del aire, probando que ese peso era efectivamente la causa del ascenso del agua en las bombas inventadas y puestas en uso 18 siglos antes, y midiendo finalmente el peso de la atmósfera con el barómetro que inventó, establecia las primeras bases que habian de servir en lo sucesivo para buscar las leyes del movimiento y resistencia de aquel fluido.

Algo mas de 2 siglos han trascurrido desde esa época: en ellos

# DISCURSO

LEIDO ANTE

## LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

EN LA RECEPCION PÚBLICA

## DEL SR. DON JOSÉ SUBERCASE

el dia 1.º de junio de 1862.

---

## Señores:

Al hacer uso de la palabra en este recinto y en ocasion tan solemne, es muy sensible carecer de las dotes oratorias que conceptúo necesarias para expresar dignamente mi gratitud por el grande honor que me dispensa esta ilustre Corporacion admitiéndome en su seno; gratitud tanto mas profunda, cuanto mas distante creí estar de merecer tan señalada distincion. En todo caso, la investidura honrosa que voy á recibir hará que adquiera nuevo aliento y redoble mis esfuerzos, procurando seguir á los sábios que la componen, siquiera sea trabajosamente, en los grandes servicios que están llamados á prestar al adelanto de las ciencias, y por consiguiente al progreso de la humanidad.

Obligado, Señores, por los Estatutos á molestar algunos momentos vuestra benévola atencion, me sentia impelido á discurrir acerca del mismo tema que ya en otra ocasion desarrollé, haciendo una breve exposicion de los inmensos adelantos obtenidos en las ciencias y sus aplicaciones, y fijando la consideracion en el poderoso auxilio que para ello reciben de las que por escelencia se llaman exactas.

Mas han sido desde entonces tan autorizadas las voces cuyos elocuentes ecos han resonado en este sitio , trazando la historia de ese progreso, haciendo ver que el génio del hombre ha conseguido llegar á una grande altura , y en ocasiones casi rasgar el tupido velo tras el cual oculta sus arcanos la naturaleza , que para no incurrir tal vez en repeticion de una parte de lo que expusieron, parece mas oportuno tratar ahora de alguno de los estudios que han ejercitado la inteligencia humana, sin que haya podido alcanzar el fin que deseaba.

Como ejemplo nos detendremos breves instantes en la historia de la ciencia que se ocupa en la investigacion de las leyes que rijen el movimiento y la resistencia de los fluidos ; porque es una de las que han gastado, por decirlo así, las fuerzas de muchas generaciones de grandes hombres , sin que despues de todo hayan podido obtener una solucion completa de los diferentes problemas que son de su dominio.

Estraño pudiera parecer á primera vista que esta ciencia esté aún rodeada de tinieblas, cuando reune circunstancias que debieran hacerla brillar con vivísima luz. Efectivamente, las necesidades sociales que dependen de aplicaciones hidráulicas son tantas y tan importantes , que aun sin conocer aquellas leyes ha sido preciso tratar de satisfacerlas desde la mas remota antigüedad, sin dejar un solo momento de ocuparse de ellas; y no hay nacion, provincia, ciudad ó particular, cuya prosperidad ó bienestar no dependa en gran parte de ese conocimiento. Si es preciso conducir el agua á nuestras habitaciones, guardarnos de sus estragos, mover poderosos artefactos que alivien nuestra debilidad, embellecer las ciudades, templar su ardoroso ambiente, trasportar productos de provincia á provincia ó de una nacion á otra, es necesario, so pena de esponerse á grandes desastres, tener principios seguros que nos sirvan de guia. El conocimiento de las leyes que sigue el curso del agua al través de los terrenos permeables, y por consiguiente en los manantiales naturales, en los pozos artesianos y absorbentes, el saneamiento de terrenos, en los filtros, es del mayor interés para la agricultura y para la industria, ya sea para aprovecharlas, ya para desembarazarse de ellas. Gran número de problemas relativos á la navegacion, y entre ellos la forma mas ventajosa de las carenas de los buques, no

pueden prescindir de él si han de tener la conveniente solucion. Y sea que se trate del interesante problema del movimiento, resistencia ó desviacion de los proyectiles en el aire, sea que se trate de trasmitir la accion de este, despues de comprimido, á largas distancias, de su accion en las máquinas, de la conduccion de gases, de la elevacion de grandes torres espuestas á los vendabales, es forzoso conocer las leyes del movimiento y resistencia de los fluidos aeriformes.

Si las ocasiones de observar y esperimentar, y por consiguiente de llegar al descubrimiento de aquellas leyes, son tantas, tan frecuentes y tan distintas, pudiera, no obstante, haber faltado tiempo para alcanzar el deseado fin, á causa de ser muy recientes las primeras aplicaciones hidráulicas; mas no es así. Hace 35 siglos se inauguraban en Egipto trabajos de navegacion y riego de tal magnitud, que no dejan duda de que debieron ser precedidos de otros en menor escala. Trabajos tales que, de ser conservados con esmero, hubieran originado una profunda modificacion en muchas de las relaciones sociales que hoy existen, y que emprendidos con los recursos de nuestra época absorben la atencion de todas las naciones, siendo motivo de grandes esperanzas para muchas, y de no pequeños recelos para otras. Los innumerables canales y otras obras, que guiando y regularizando las inundaciones del Nilo, hacian de aquel pais un prodigio de fertilidad, tambien son un notabilísimo ejemplo de trabajos hidráulicos en aquellos tiempos. No lo son menos los inmensos emprendidos en la China dos siglos antes de la Era cristiana, y continuados despues para la union de varios rios y la facil comunicacion entre las provincias del Imperio; el gran canal del Eufrates al Tigris, emprendido 5 siglos antes de la citada Era; los trabajos ejecutados por los Griegos y Romanos para el riego, navegacion y abastecimiento de aguas; los magníficos legados por los Arabes, que hacen de algunas de nuestras provincias dilatados vergeles, admiracion y encanto del viajero, dejan conocer que no es la proximidad de las primeras aplicaciones lo que ha impedido encontrar las leyes que debieron servir de segura guia para otras semejantes.

Los grandes nombres de Arquímedes, de Leonardo de Vinci, de Galileo, del inmortal Newton, de los Bernouillis, Euler, Lagrange y

otros muchos, que hicieron de estas investigaciones un objeto privilegiado de sus estudios, hacen finalmente ver, que si no se han disipado las nubes que envuelven esta especie de conocimientos, no ha sido por falta de inteligencias superiores que hayan procurado dar cima á semejante empresa.

Si el tiempo para reunir observaciones, la frecuencia y diversidad de las ocasiones para hacerlas y los hombres eminentes para discutirlas no han faltado, ¿cómo es que la hidráulica no ha progresado á la par de otros ramos del saber, cuando la aglomeracion de estas circunstancias era tan propia para conseguirlo? La principal causa de esta aparente anomalía, se encuentra fijando la consideracion en la diversa índole de los conocimientos humanos.

Hay unos que, apoyándose en ciertas propiedades del tiempo y del espacio, creaciones puras de nuestra razon, é independientes de toda experiencia, siguen con seguro paso una série de razonamientos que conducen á consecuencias tan incontrovertibles como los principios de que partieron. Así ha podido formarse el magnífico conjunto que presentan las matemáticas modernas, poderoso y aun indispensable elemento de progreso para todas las demás ciencias. Otros, no obstante, que necesitan apoyarse en datos deducidos de la experiencia, pueden adquirir un grado de perfeccion casi igual, porque esos datos tienen una certeza absoluta. Pero los que no están comprendidos en estas dos categorías necesitarian, para llegar á igual altura, el conocimiento de la constitucion íntima de la materia, dato que el hombre está muy lejos de poseer. Y entre tanto, si han de obtenerse resultados que puedan utilizarse para el bien general, es forzoso buscar otros caminos distintos del de los anteriores.

Es preciso observar con esquisito criterio los fenómenos que se presentan naturalmente al hombre, agrupándolos segun su índole, examinar detenidamente las circunstancias de que van acompañados, y luego ver de encontrar su mútua dependencia. Es preciso tambien en otras ocasiones provocar fenómenos, fijando un programa de experimentos à priori, y procurando luego deducir de ellos consecuencias que puedan servir de norma en determinado género de aplicaciones. Por

este camino, sembrado de escollos, se han encontrado asombrosos resultados en la mayor parte de las ciencias físicas y naturales; pero otras veces se ha tropezado con gravísimos inconvenientes, y se han hecho muy lentos progresos.

La hidráulica es uno de los ejemplos mas notables de las inmensas dificultades que se presentan en este genero de investigaciones, para hacer brotar la luz entre el caos de numerosas observaciones y multiplicados experimentos, aparentemente contradictorios á veces, inesplicados no pocas, y en gran número de ocasiones interpretados erróneamente.

Su origen es enteramente moderno: ni era posible establecer una teoría matemática que tuviera visos de alguna exactitud, en tanto que las demás partes de la mecánica racional no estuvieron muy adelantadas ó casi terminadas; así es que el único escrito relativo á la mecánica de los fluidos que nos queda de la antigüedad, y puede darnos idea del estado de la ciencia en aquella época, es el tratado *Insidentibus humido* de *Arquímedes*, que floreció 287 años antes de la Era cristiana.

En este tratado no examina mas que el equilibrio de los cuerpos sumerjidos en el fluido, deducido de dos principios que consideró como confirmados por la experiencia. Estos principios se reducian á suponer que en un líquido, las partes menos comprimidas tienen tendencia á escaparse bajo el esceso de compresion de las que están contíguas, y que la accion ejercida sobre los cuerpos sumerjidos se verifica segun la vertical que pasa por el centro de gravedad de los mismos. Apoyado en ellos y en su superior inteligencia pudo fundar una teoría de los cuerpos flotantes, que aún es digna de consideracion.

A esto se redujeron durante muchos años todos los progresos relativos al equilibrio de los fluidos, ó por mejor decir de los cuerpos sumerjidos en ellos; y por mas que no fuese dificil, despues de lo que Arquímedes habia demostrado, determinar su presion sobre el fondo y las paredes del receptáculo que los contiene, fué necesario el trascurso de 19 siglos para que *Stevin* estableciese, en la obra que publicó en 1585, una teoría de este equilibrio, demostrando la paradoja hidrostática, de que un fluido puede ejercer una presion mucho mayor que su

propio peso; haciendo al propio tiempo ver cuánta era la presion sobre cualquier parte de una superficie plana ó curva, sirviéndose para ello del método de los límites.

En este largo intervalo son casi nulos los progresos de la ciencia que nos ocupa; porque si bien *Heron* y *Ctesibio*, como un siglo despues de Arquímedes, inventaron y pusieron en juego algunas máquinas hidráulicas muy ingeniosas, si bien los molinos de agua eran conocidos desde el tiempo de Mitridates, y si se hicieron trabajos hidráulicos importantes, no se ve que aquellos descubrimientos fuesen debidos mas que á la casualidad, ó á una especie de instinto mecánico. Tampoco encontramos que en las construcciones de canales ú otras obras se guiasen por principios mas seguros; pues aun cuando los Arabes, tan dedicados á las ciencias y á la construccion de canales de riego y abastecimiento de aguas, escribieron algo de hidráulica, en particular *Alkindi*, nada digno de llamar la atencion se sabe que encontrasen en lo que se refiere al movimiento, sino lo poquísimo que se conocia en tiempo de *Vitrubio* y de *Frontino;* y en cuanto á la hidrostática, no hicieron mas que repetir lo que acerca de los cuerpos flotantes ó sumerjidos en un líquido habia ya establecido Arquímedes.

Es verdad que *Frontino*, que entre los antiguos es el que mas ha dilucidado las cuestiones relativas al movimiento de las aguas y al caudal que suministran saliendo por diferentes orificios, vislumbraba la influencia que tienen en el gasto de estos ciertas disposiciones, mas no supo determinar teórica ni experimentalmente el cuánto de esa influencia, y menos fijar reglas positivas para los diversos casos que suelen ocurrir en la práctica. Por eso se le ve enunciar que aquel gasto debe calcularse no solo por la superficie, sino que tambien por la altura del depósito sobre la boca de salida, sin fijar, no obstante, reglas que pudiesen servir para su exacta apreciacion. Sin embargo, esta aseveracion era importante y nueva para su época; y aunque parezca sencilla, ha sido olvidada en muchas ocasiones por autores y prácticos mas modernos.

Podemos, por consiguiente, asegurar que en el tiempo trascurrido desde *Arquímedes* á *Stevin* no pudo conseguirse otra cosa que pasar de

una teoría bastante [elemental, relativa al equilibrio de los cuerpos sumerjidos ó flotantes en un líquido, á otra que tenia por objeto determinar las leyes del equilibrio del mismo líquido cuando está encerrado en un depósito; por lo que hace á las leyes del equilibrio de los fluidos sometidos á un sistema cualquiera de fuerzas, y á las que rijen su movimiento y las resistencias que encuentran en él, nada absolutamente se habia averiguado que pudiera fundarse en principios seguros.

¡Pero qué mucho que esto aconteciese, cuando todos los ramos del saber humano que habian de ilustrar este género de estudios estaban tan atrasados, que ni aun podia emplearse en las nivelaciones un sistema capaz de hacer apreciar con la suficiente exactitud muchas de las causas que influyen en el citado movimiento! Los métodos usados por los Romanos y por los Arabes, lo mismo que los seguidos en los trabajos posteriores, eran demasiado elementales para conseguir aquel objeto; y hasta que *Picard* en 1674 puso en práctica otros mas propios para conseguirlo, con motivo de los proyectos de conduccion de aguas á Versalles, y hasta que pudo emplearse el nivel que lleva su nombre, juntamente con los que casi al mismo tiempo inventaron La Hire y Huygens, no podian menos de cometerse errores notables, que tan lejos de ilustrar las cuestiones hidráulicas, habian de oscurecerlas.

No es pues de estrañar que el gran *Galileo* incurriese en notables equivocaciones al tratar del movimiento de los fluidos, no obstante que entre otros importantísimos trabajos y descubrimientos, se le debe la primera teoría general del equilibrio de los fluidos y de los cuerpos sumerjidos en ellos, deducida del principio, que le es propio, de las velocidades virtuales. Así es que al tratar del movimiento de las aguas por los canales y rios, con motivo del informe que se le pidió por el Gran Duque de Toscana acerca de varias reformas proyectadas en el rio Bisensio, emitió, entre algunas ideas luminosas, otras tan equivocadas como la de suponer que en dos canales de igual altura de caida, pero de distinta longitud, será igual la velocidad aunque el uno sea muy corto y el otro muy largo. Prueba es esta muy clara de la ninguna idea que tenia de las resistencias que encuentran las aguas en su curso, y

que se guiaba únicamente por los principios que habia establecido acerca del descenso de los graves por diferentes planos inclinados.

No obstante esta confusion y atraso de los conocimientos hidráulicos se llevaban á cabo, tanto en Italia como en Holanda, numerosos trabajos que debian servir para ilustrar la ciencia; y se ve un siglo antes de esta época á *Leonardo de Vinci*, si no inventar completamente las esclusas de compuertas que tan gran revolucion debian causar en la navegacion interior, por lo menos perfeccionar la idea y hacerla practicable, al paso que tambien se ocupaba del estudio de algunos fenómenos hidráulicos, tales como los que se refieren al movimiento orbicular que adquieren las moléculas en ciertos casos, con tal perspicuidad, que las observaciones hechas mas recientemente con medios de que no podia disponer aquel eminente Ingeniero, confirman muchas de sus apreciaciones, y ponen de manifiesto que son una causa notable de resistencia en la conduccion de aguas por cañerías y canales. Pero lo cierto es, á pesar de todo, que en tiempo de Galileo, ó sea hácia mediados del siglo XVII, la ciencia del movimiento de los fluidos no contaba con base alguna fija.

En tal estado de cosas, *Torricelli*, examinando los fenómenos que presenta el agua al salir de un recipiente por orificios muy pequeños, encontró el principio que hoy lleva su nombre, inaugurando por consiguiente esa ciencia. Este principio fundamental, que estribaba en la observacion y en las leyes que sobre el descenso de los graves habia establecido Galileo, no pudo, sin embargo, ser demostrado rigorosamente por Torricelli, y se contentó con presentarlo como un resultado experimental al fin de su tratado de *Motu naturaliter accelerato*, publicado en 1643. Al mismo tiempo, confirmando con sus observaciones las ideas de Galileo sobre el peso del aire, probando que ese peso era efectivamente la causa del ascenso del agua en las bombas inventadas y puestas en uso 18 siglos antes, y midiendo finalmente el peso de la atmósfera con el barómetro que inventó, establecia las primeras bases que habian de servir en lo sucesivo para buscar las leyes del movimiento y resistencia de aquel fluido.

Algo mas de 2 siglos han trascurrido desde esa época: en ellos

han adquirido todas las ciencias y artes inmenso desarrollo, las aplicaciones que tienen relacion con el movimiento de los fluidos se han multiplicado, y han hecho ver cada vez mas palpablemente la necesidad de perfeccionar su teoría los recursos de la análisis mas sublime, tan necesarios en estas investigaciones, son estraordinarios, y las privilegiadas inteligencias que han contribuido á este progreso, tan lejos de desdeñar los estudios relativos á la hidráulica, han formado empeño en perfeccionarla, sirviéndose de sus propios y admirables descubrimientos, y aun debiendo alguno de estos el afan de resolver cuestiones que á esa parte de la mecánica se refieren. Enumerar las teorías que se han tratado de aplicar, los experimentos que han tenido lugar, los aparatos inventados para efectuarlos, y la ocasion con que se han emprendido, sería empresa que necesitaria un grueso volumen, y que estaria ligada con el progreso de las matemáticas puras, de la mecánica, de la física y de gran número de artes. La sola conmemoracion de los hombres que, ya con sus teorías ya con sus experimentos, han rendido tributo en casi todas las naciones á esta especie de estudios, sería larguísima; semejante historia detallada y seguida de las reflexiones oportunas, creemos que tendria grande utilidad para el adelanto futuro de la ciencia. Mas aun suponiendo que nos creyésemos con fuerzas para hacer un trabajo de esta especie, no sería esta la ocasion oportuna, y habremos de concretarnos á reseñar rápidamente las principales tentativas que han hecho para adelantar la ciencia en ese período de tiempo.

Al recorrer esta série de trabajos, encontramos en primer lugar los de Newton, descollando sobre los de sus contemporáneos y abriendo nuevas sendas para sus sucesores, como en todos los demás ramos del saber en que ocupó su gran génio; pero fué poco afortunado en las teorías y demostraciones á que trató de sujetar los fenómenos relativos al movimiento y á la resistencia de los fluidos; hecho que bastaria para hacer patentes las inmensas dificultades que rodean semejante clase de estudios. Sus primeras observaciones sobre la salida por orificios, le dieron un resultado muy distinto del obtenido por Torricelli; pero bien pronto fué esto ocasion de examinar y estudiar la estructura de la vena fluida, y dar las primeras ideas sobre este fenómeno. Sin embargo, la

demostracion que luego quiso dar del teorema de Torricelli no se fundaba en hipótesis admisibles, ó por mejor decir, las que estableció sobre la *catarata*, eran opuestas á uno de los principios fundamentales del equilibrio de los fluidos. Por primera vez tambien, estudió la resistencia de estos, deduciendo que era proporcional á las superficies y al cuadrado de las velocidades; pero obtenia dicho resultado apoyándose en dos teorías, de las que la menos defectuosa suponia á los fluidos compuestos de corpúsculos completamente libres, é incapaces de comunicar su accion á los inmediatos en un choque.

Despues, en un largo período no se encuentran mas que esfuerzos aislados, teóricos ó experimentales, dirijidos á confirmar ó combatir estas ideas, pero que en último análisis siempre producian alguna luz ó nuevos hechos que esplicar, hasta que Daniel *Bernouilli* estudiando el estado de la cuestion en su tiempo, recojiendo y analizando todos los hechos anteriores, y añadiendo algunas observaciones suyas, presentó por primera vez en 1783 una teoría general del equilibrio y del movimiento de los fluidos, que hizo cambiar el aspecto de la ciencia, y fue un poderoso auxilio para sus posteriores progresos. Tan notables resultados pudo conseguirlos aplicando el principio de la *conservacion de las fuerzas vivas*, debido á Huygens, y combinándolo con el del *paralelismo de las capas*. Mas como nunca es dado al hombre llegar de un golpe á la perfeccion, apreció mal la pérdida de la *fuerza viva*, *particularmente cuando habia cambios repentinos de velocidad*. Poco aceptado aún el principio de las fuerzas vivas, por no haber recibido una demostracion rigorosa, y dejando algo que desear los resultados y demostraciones de Daniel Bernouilli, trataron de completar y mejorar sus teorías *Maclaurin* y *Juan Bernouilli*, apoyándose únicamente en los principios generales de la mecánica; pero fueron poco felices, y dejaron todo su brillo y originalidad al trabajo que trataron de combatir ó mejorar.

Entre tanto, el espíritu de abstraccion y el afan de hacer depender todos los problemas hidráulicos de la resolucion de algunas ecuaciones, se iba apoderando mas y mas de los célebres matemáticos que tan poderosamente contribuyeron al progreso de la análisis, porque encontraban en esas cuestiones un vasto campo en que desarrollar todos sus

conocimientos; así es que habiendo tratado la mayor parte de los geómetras, con motivo de la figura de la tierra, de encontrar las leyes generales del equilibrio de los fluidos en el caso que todas sus partículas las estuviesen sometidas á cualesquiera fuerzas, y habiendo conseguido *Clairaut* establecerlas, si bien en el caso de considerar diferentes capas concéntricas y homogéneas, se pensó en deducir de ellas las que corresponden al movimiento. El conocido principio de *D'Alembert* facilitó este tránsito, y en su ensayo sobre una nueva teoría de la resistencia de los fluidos, publicado en 1752, presentó las ecuaciones rigorosas del movimiento de los mismos, ya sean compresibles ó incompresibles, ya elásticos. Pero perteneciendo estas ecuaciones á las conocidas con el nombre de diferencias parciales, y no habiendo adquirido aún toda la generalidad y sencillez de que eran susceptibles, *Euler*, que puede considerarse como el verdadero creador de ese cálculo, es el que en realidad estableció las primeras fórmulas generales del movimiento de los fluidos, fundadas en las de su equilibrio, y redujo toda la mecánica de las mismas á una simple cuestion de análisis.

Notable era el grado de abstraccion que habia conducido á estos resultados, pero no tanto que prescindiese de tomar en consideracion algunas de las leyes que distinguen esencialmente á los fluidos de los cuerpos sólidos, y en particular la de la igualdad de presion en todos sentidos; así es que siempre quedaban separadas las cuestiones dinámicas de las hidrodinámicas. No satisfecho con esta separacion *Lagrange*, quiso en su siempre célebre *Mecánica analítica*, descartarse de toda consideracion especial de los fluidos, y el principio de que se sirvió para conseguir su objeto fue el de las velocidades virtuales, debido á Galileo, teniendo además que recurrir al cálculo de las variaciones, que tanto habia contribuido á desarrollar. Pero ¿á dónde condujeron estos esfuerzos de una análisis en la que, despues de todo, no entraba para nada la consideracion de las resistencias peculiares al movimiento de los fluidos? A unas ecuaciones *cuya dificultad*, segun dice el mismo Lagrange, *no consiste mas que en su integracion, pero esta es tan grande que hasta el presente ha sido preciso contentarse, aun en los problemas mas sencillos, con métodos particulares, y fundados en hipótesis mas ó menos limitadas.* Hé

aquí un resultado de los colosales esfuerzos de hombres tan eminentes como los que hemos nombrado, poco consolador, por cierto, para los que se ocupan de las aplicaciones.

La cuestion puramente teórica ha quedado despues casi estacionaria; y ya no vemos mas que mecánicos que, como *Delaunay*, siguen queriendo desprenderse de todo principio experimental y peculiar de los fluidos, y otros como *Poisson* y alguno muy moderno de no escaso mérito, que á las leyes que rijen la mecánica de los cuerpos sólidos, unen la que consideran como experimental, de la igualdad de presion en todos sentidos; pero quedándose en un punto de vista puramente racional.

Mas como las necesidades sociales no quedan atendidas con estas abstracciones, y son demasiado apremiantes para esperar á que los ulteriores progresos de la análisis den los medios de integrar aquellas ecuaciones, que despues de todo conducirian á resultados poco satisfactorios en la práctica, se hacia indispensable que, siquiera fuese aproximadamente, se llegase á las leyes mas fundamentales del movimiento y resistencia, subiendo desde los hechos á las mismas leyes. Pero ya dijimos anteriormente que esa marcha, además de ser lenta, está muy lejos de ser siempre segura; por el contrario, ofrece grandes dificultades, y requiere en los observadores esquisito tacto y no escasos conocimientos, sin que por eso dejen de sentar alguna que otra vez consecuencias erróneas, ó de una generalidad que no les corresponde.

No es, pues, estraño que *Guglielmini*, uno de los hidráulicos Italianos que mas se han distinguido por sus escritos y observaciones, emitiese ideas tan equivocadas como las que aparecen en su obra de la *medida de las aguas corrientes*, publicada en 1628, ni que mas adelante, cuando ya habia advertido parte de esas falsas ideas, aún dejase subsistir algunas en el tratado de la *naturaleza de los rios*, de 1697; tratado en que ya se hace cargo de las resistencias del perímetro mojado, haciendo estensas consideraciones acerca de los fenómenos á que dan lugar, pero persistiendo en el error de que las velocidades de las moléculas inferiores se aumentan con la presion de las superiores hasta la superficie.

La creacion de la Academia de Ciencias de París, debida á Colbert, influyó poderosamente en el adelanto de la hidráulica por los esfuerzos de los que en ella se dedicaron á este estudio y á su práctica; y el primero que sentó un principio exacto acerca de la resistencia ocasionada por las paredes de un conducto fue el Académico *Pitot*, que algo mas tarde, en 1732, inventó el tubo que lleva su nombre, y de que tanto partido ha sabido sacar Darcy en estos últimos años para sus notabilísimos estudios sobre el movimiento del agua en las cañerías. La conduccion de aguas de Versalles fue ocasion de interesantes observaciones, que hubieran hecho encontrar notables resultados, á no ser por la multitud de causas de anomalías que encerraba el sistema de distribucion. *Bossut* contribuyó no poco á introducir el gusto del estudio experimental en las cuestiones hidráulicas con su tratado de Hidrodinámica, y con sus experimentos sobre el movimiento y sobre la resistencia. Las mas concluyentes de sus observaciones, y las que envuelven menos causas de error, son las relativas al movimiento por tubos; de ellas resulta el principio de que hay siempre una pendiente en la que, dada una velocidad inicial, se establece el equilibrio entre las fuerzas aceleratrices de la gravedad y las retardatrices producidas por la resistencia de las paredes.

Sin embargo, la primera fórmula del movimiento del agua en los canales, basada sobre la hipótesis de que la resistencia de las paredes es proporcional al cuadrado de las velocidades, al perímetro y á la longitud, se debe al Inspector general de puentes y calzadas, y Director de la Escuela del mismo cuerpo, *Chezy*, que la hizo conocer en 1775. Poco despues *Dubuat* contribuyó de una manera notabilísima, con sus trabajos experimentales y teóricos, al adelanto de la ciencia, y puede decirse que fundó la hidráulica de los Ingenieros con el tratado publicado en 1786; tratado que, cualesquiera que hayan sido los adelantos posteriores, siempre será consultado con fruto. De las muchas consecuencias que dedujo, solo mencionaremos una esclusivamente suya, que ha sido confirmada sin dejar lugar á la duda con los recientes experimentos de Darcy, y estaba en contradiccion con las ideas de la mayor parte de los físicos de aquella época, á saber, que la resistencia en las

paredes es enteramente independiente de la presion. Pero estaba reservado al esquisito tacto esperimental de *Coulomb*, unido á sus vastos conocimientos, probar por el raciocinio y por los hechos, que en los movimientos lentos se satisface á los fenómenos que se presentan, igualando la resistencia á una funcion entera y racional de la velocidad compuesta de dos términos, de los cuales uno es proporcional á esa velocidad y el otro á su cuadrado.

Omitiremos mencionar otros trabajos experimentales, y algunos que tenian por objeto deducir consecuencias un tanto generales, adoptando como exactos é incontrovertibles cierto número de resultados de la experiencia, que luego se introducian en fórmulas mas ó menos bien establecidas, para llegar á una época notable en los anales de la hidráulica, á causa de los trabajos de *Prony*. Las *investigaciones físico-matemáticas* de este distinguido Ingeniero relativas al movimiento de las aguas corrientes, publicadas en 1804, causaron honda impresion en todos los que se ocupaban de estos estudios. En esta obra hace Prony una exposicion completa de las fórmulas analíticas que encierran la solucion general del movimiento de los fluidos; pone de manifiesto el error en que incurrieron los geómetras que se habian ocupado de esta cuestion, prescindiendo de la consideracion de las resistencias que se originan en el movimiento, y llega á su vez á establecer una fórmula cuyos términos contienen coeficientes que hay que determinar prácticamente. Para obtener esta determinacion elije y clasifica los mejores experimentos de Bossut, Couplet y Dubuat, y en vez de deducir valores aislados por cálculos parciales, opera sobre su conjunto, corrijiendo las anomalías, sirviéndose para ello de dos métodos que habia enseñado y empleado Laplace en su Mecánica celeste con motivo de la figura de la tierra, y simplificando notablemente su uso por medio de construcciones gráficas. Pocos años despues *Eytelwein*, siguiendo el camino trazado por Prony y pudiendo disponer de un considerable número de datos exactos, quiso tambien determinar los coeficientes de esa fórmula, y halló valores algo diferentes. Mas esos trabajos, juntamente con otros, fueron tenidos en cuenta y discutidos por Prony, en la obra que publicó en 1825, con una coleccion de tablas para facilitar los cálculos relativos al movimien-

to del agua, apoyándose en 167 experimentos elejidos entre los mejores que se conocian.

Al mismo tiempo que se buscaban con afan las leyes que rijen el movimiento de las aguas corrientes, no era menor el deseo de encontrar las de la resistencia de los fluidos por causa de los obstáculos que encuentran en su camino, y vice-versa. No intentaremos tan solo indicar esos ensayos mas ó menos felices, por no molestar demasiado la atencion de los que tienen la bondad de escucharnos; baste decir que Prony tambien se ocupó de esta cuestion en su *Nueva Arquitectura hidráulica,* mas no encontraba nada mejor que adoptar que la teoría de nuestro célebre *D. Jorge Juan*, juntamente con los experimentos del mismo que la confirmaban, igualmente que los efectuados en Inglaterra por *Smeaton* y en Francia por *Bordá;* y en tanto grado se conformaba con esa teoría y esos resultados, que casi no hacia mas que copiarla, al mismo tiempo que criticaba la que se le oponia, apoyada tambien en el resultado de experimentos ejecutados por sábios tan autorizados como Bossut, D'Alambert y Condorcet. ¡Notable contradiccion, atendidas las circunstancias y los hombres que mediaban en ella, y bastante para demostrar la dificultad de la cuestion!

Aunque en breves palabras, creo de mi deber en esta ocasion rendir un homenaje á la memoria del célebre sábio y marino que honra á nuestra patria, con tanta mas razon que, si bien muy estimado su *Examen marítimo* y traducido á varios idiomas, apenas vemos aparecer su nombre cuando se relatan los trabajos que tienen relacion con la materia de que nos ocupamos, y algun moderno y distinguido marino, si bien le cita, es casi con desden. Concretándonos al objeto de que ahora discurrimos, es preciso convenir en que él fue el primero que hizo conocer en aquella notable obra, publicada en 1771, la influencia que tiene la profundidad del cuerpo sumergido en la resistencia al movimiento, haciendo ver con sus experimentos que aumentaba con la profundidad. Y si la relacion que dedujo de sus ensayos no era exacta, baste decir que los ejecutados con mucha posterioridad en Inglaterra por *Bofoy*, al paso que confirman el aumento de resistencia con la profundidad, tampoco han servido para deducir con seguridad la ley de tal

aumento, por mas que fuesen muchos en número, y efectuados con recursos que no tuvo á su disposicion D. Jorge Juan. El fue uno de los primeros que hicieron conocer la influencia de la desnivelacion en la resistencia al movimiento de los cuerpos flotantes; ó cuando menos, bien puede decirse que la hizo conocer simultáneamente con Bossut, D'Alambert y Condorcet. Fue el primero en hacer ver que la resistencia al movimiento de los buques se componia de varios términos, de los cuales uno, proporcional á la simple velocidad, podria omitirse cuando esta fuese grande, pero no así en el caso contrario. Y el primero tambien en manifestar que debia introducirse otro término proporcional á la cuarta potencia de esa velocidad, dependiente casi esclusivamente de la desnivelacion. En una palabra, fue el primero en hacer patentes casi todas las circunstancias que influyen en la resistencia al movimiento de los cuerpos flotantes, y especialmente al de los buques; dando pruebas de una gran perspicuidad en la manera de apreciar la influencia de cada una de ellas. Esto solo bastaria para poner en relieve, si fuese necesario, su gran talento y sus grandes conocimientos teórico-prácticos, y mas cuando se considera que, á pesar de los esfuerzos posteriores, y no obstante los maravillosos progresos hechos en la Arquitectura Naval y el empleo de las máquinas, aún espera su solucion el importante problema de la resistencia de las carenas; y que, como dice *Bourgois* en la obra, digna de atencion, que á fines de 1857 publicó, con el objeto esclusivo de discutir este asunto, *tan interesante cuestion para el Ingeniero y para el marino no ha salido del dominio de la controversia.*

Volviendo á los trabajos de Prony, diremos que la incontestable habilidad de los experimentos que habian proporcionado datos para sus fórmulas y la autoridad de su nombre las habia hecho clásicas, por decirlo así, en términos de que pareciendo agotada la cuestion, se adoptaron con plena confianza por todos los Ingenieros. No trascurrieron sin embargo muchos años cuando ya *D'Aubuisson* hacia notar la considerable diferencia que la experiencia le habia hecho encontrar en el gasto por cañerías, respecto del resultado que deberia obtenerse por las fórmulas. Además, no estaban estas apropiadas mas que para el mo-

vimiento uniforme, del cual se separan las aguas corrientes en la mayor parte de los casos. En cuanto á la teoría del choque y resistencia, basta recorrer la exposicion que el mismo Prony presenta del estado de la cuestion, para echar de ver la vacilacion é incertidumbre que existia en su tiempo acerca de ella.

Grandes han sido los esfuerzos de los sábios y prácticos que posteriormente han venido, para conseguir resultados positivos y seguros en las aplicaciones, y para obtener fórmulas que condujesen con suficiente aproximacion á ellos. Los estudios casi simultáneos de *Belanger* y de *Poncelet* relativos al *movimiento permanente*, y los algo posteriores de *S'Guilhem*, *Vauthier* y *Coriolis*, permitieron ocuparse de varios problemas interesantes relativos al movimiento permanente de las aguas. *Navier*, introduciendo la consideracion de las fuerzas de adherencia, y posteriormente *Sonnet* y *Dupuit*, este último especialmente en su notabilísima obra sobre el *movimiento de las aguas corrientes*, distinguiendo entre las fuerzas de adherencia con las paredes y de cohesion de unas moléculas con otras, han arrojado vivísima luz sobre las cuestiones hidráulicas. *Darcy* con su admirable trabajo sobre el movimiento del agua por cañerías; *Boileau* con el no menos importante *sobre las aguas corrientes y su medida*; *Piobert*, *Didion*, *Duchemin* y otros muchos con sus teorías y experimentos sobre la resistencia de los fluidos, han hecho avanzar considerablemente nuestros conocimientos. Los trabajos de estos últimos años son tantos, tan distinta su índole, y tan considerable el número de los que con sus escritos y experimentos han tratado en todos los paises de ilustrar las materias que hemos indicado, que sería imposible resumirlos tan solo. Pero reconociendo los progresos conseguidos, no por eso deja de ser cierto que un denso velo cubre aún la completa solucion de gran parte de los problemas hidráulicos, y que la práctica se ve reducida á contentarse no pocas veces con meras aproximaciones, quedando espuestas en algunas á decepciones de funestas consecuencias.

Si ha de calcular la resistencia del agua, sea que vaya al encuentro de cuerpos sumergidos en ella, sea que estando en reposo estos se muevan, dato cuyo conocimiento es de la mayor importancia para la so-

lucion de una multitud de problemas, y entre ellos para todos los que se refieren á la navegacion marítima y fluvial, ya hemos visto asegurar á uno de los marinos que mas han estudiado la cuestion en estos últimos tiempos, tanto bajo el punto de vista experimental como teórico, que no ha salido del dominio de la controversia. Y tanto es así, que ni aun se puede afirmar si es distinta en el caso de que el cuerpo se mueva en un líquido en reposo de la que resulta en el caso contrario, si bien algunos experimentos mas recientes que los de Dubuat, particularmente los de Duchemin, parecen indicar que es menor en el primero.

Si la misma série de investigaciones se estiende al caso de ser el aire el que produzca la resistencia, no son mucho mas ventajosos los resultados que se obtienen; ni las teorías convienen exactamente con la práctica, ni los experimentos, aunque muy numerosos, reunen las condiciones necesarias para poder establecer aquella con seguridad. Así vemos á *Pambour*, no contento con aprovechar todo lo que se conocia en su tiempo acerca de esta resistencia, con el objeto de determinar la que se oponia al movimiento de los trenes en los ferro-carriles, hacer nuevos ensayos, y despues de emplear todas las precauciones que un buen criterio le dictaba, deducir una cierta resistencia absoluta. Pero tambien vemos que los experimentos hechos por *Lardner* en Inglaterra, y discutidos luego por *Frimot*, la hacen inadmisible, sin que las determinaciones posteriores puedan tampoco considerarse como convenientes.

Si abandonando este camino acudimos para calcular esa resistencia á los innumerables trabajos teórico-experimentales que proporciona la Balística, observamos que *Didion*, en su notable discusion de 1859, acerca de las leyes de la resistencia que presenta el aire al movimiento de los proyectiles, propone una fórmula en que la espresion de la resistencia se compone de dos términos, proporcionales uno al cuadrado y otro al cubo de la velocidad. Para la deduccion de esta fórmula y sus coeficientes tuvo presentes, entre otros, los experimentos de Metz de 1839 y 40; pero *Saint-Robert* con posterioridad á este trabajo, y fundándose en los mismos experimentos de Metz, establece otra fórmula, en la que entran el cuadrado y la cuarta potencia de la velocidad

con otros coeficientes distintos. Y mas recientemente aún el Coronel de la Artillería rusa *Mayefki*, teniendo presentes los trabajos anteriores, pero muy especialmente los ejecutados bajo su direccion por una Comision nombrada al efecto, y empleando aparatos eléctricos para recojer algunos de los datos esenciales de la cuestion, ha establecido otra fórmula, que tambien contiene la cuarta potencia de la velocidad; pero que comprobada con los resultados de la esperiencia, da valores mucho mas aproximados que la de Didion, que se consideraba como la mas satisfactoria. Todo lo cual hace inferir, que aún hay que meditar y observar mucho para resolver completamente el problema.

La teoría de la resistencia y del movimiento de los fluidos aeriformes por cañerías, está tambien lejos de haber llegado á su perfeccion; y bastarian para probarlo los resultados obtenidos en el magnífico ensayo del monte Cenis; despues de tantos vaticinios funestos como se formaban acerca de la fuerza trasmitida por el aire en largas tuberías, fundándose en las fórmulas generalmente usadas y en experimentos mal interpretados, ó á cuyas consecuencias se trataba de dar una generalidad que no tenian. Por otra parte, el notable estudio de Darcy sobre el movimiento del agua en largos conductos, y la analogía que se ha visto existir entre los fenómenos que presentan los líquidos y los gases en sus movimientos, en términos de poderse en ocasiones deducir las leyes de los unos de las de los otros, induce á creer que ciertos resultados que Darcy ha encontrado, deberian tener aplicacion en este caso.

Las concienzudas investigaciones de este distinguido Ingeniero han introducido inmensas mejoras en la teoría del movimiento por cañerías, en términos que despues de la que se refiere á la salida por orificios, puede considerarse como una de las mas perfectas, y bajo el punto de vista práctico, capaz de dar resultados sumamente satisfactorios y aproximados á la exactitud. Mas bajo el punto de vista de la ciencia aún deja que desear; y prescindiendo de otras observaciones que pudiéramos hacer, bastaria fijarse en una de las leyes experimentales mas importantes entre las que establece, relacionada con las resistencias debidas á la viscosidad del líquido. Efectivamente, además de estar en

contradiccion con todas las ideas emitidas por Navier, Sonnet y Dupuit, acerca de la ley que debe seguir esta resistencia; además de que no hay medio de darse cuenta de ella, en términos de que el mismo Darcy confiesa que no puede esplicarla, todo induce á creer que en la espresion de esta resistencia está embebida otra, dependiente de las oscilaciones y movimientos orbiculares de las moléculas del fluido que corre por la cañería, y que para poderla medir independientemente, y conocer su relacion con los diámetros de las mismas, exije aún multiplicados y muy delicados esperimentos.

La bien entendida discusion hecha por Boileau acerca de la *medida de las aguas corrientes*, examinando el resultado de sus esperimentos y el de los ejecutados por otros observadores, ha demostrado que para darse cuenta del caudal de una corriente, no es posible emplear con seguridad ninguna de las fórmulas que generalmente suelen servir para este objeto; y que si se quiere una medida exacta es preciso dividir la corriente, segun su anchura, en varias partes, tomar en la vertical correspondiente á cada una de ellas diversas velocidades, y entonces valerse de una fórmula propia para deducir la media entre todas estas. Aun así será necesario emplear el instrumento hidrométrico que se considere mas exacto, y que además esté bien comprobado, si se quieren evitar errores de consideracion.

Cuando la corriente es tal que permite emplear para la medida de su caudal vertederos, parece que podria haber seguridad en el resultado. Y efectivamente, hay medios de aproximarse á la verdad, y evitar errores de tanto bulto como los que pueden originarse y se originan en el anterior; pero de esto á una medicion que sea completamente satisfactoria hay mucha distancia. Así vemos Ingenieros de gran mérito, desechar como poco exactas las últimas fórmulas propuestas por Boileau, no obstante los delicados experimentos en que las funda, al paso que otros las adoptan. Y así vemos que uno de los que muy recientemente se han ocupado de este asunto interesantísimo para el establecimiento de los artefactos hidráulicos, despues de examinar y discutir los trabajos mas importantes relativos á esa cuestion, y entre ellos los de Castel, Poncelet, Lesbros y Boileau, despues de hacer resaltar las causas de

error que pueden haberse encontrado en los experimentos de estos autorizados hombres, despues finalmente de procurar la conciliacion de sus diferentes fórmulas, y establecer una sencilla y de suficiente aproximacion en la práctica, concluye diciendo: *Que no puede menos de espresar su sentimiento de que en la época actual esté tan poco adelantada la hidráulica práctica, y particularmente que las leyes del gasto de agua por vertederos sean tan poco conocidas.*

Del mismo modo podíamos ir indicando otro sinnúmero de cuestiones en que la incertidumbre es mucho mayor. ¿Quién ignora la ardiente polémica y los numerosos escritos á que han dado origen los grandes desastres ocasionados en Francia por los desbordamientos de 1846 y 1856, y las distintas opiniones que sobre los medios de aminorar estos males se han emitido? Una de las consecuencias de esa polémica fue que llegase un momento en que casi estuvo de moda anatematizar los diques longitudinales, y por el contrario ensalzar los transversales. Y sin embargo, hace poco *Dupuit*, cuya autoridad en hidráulica es grande, procura demostrar con razones de gran fuerza que el único medio eficaz contra esos desastres son los diques longitudinales, y que gran parte de las que servian de apoyo á los defensores de los diques transversales estribaban en un error fundamental, cometido por el primero que sostuvo esa doctrina; viniendo á reforzar esa opinion el distinguido Ingeniero *Comoy* con sus recientes estudios sobre los diques longitudinales.

Pero omitiremos continuar esta enumeracion, puesto que para conseguir el objeto que nos habíamos propuesto desde el principio de este discurso, basta lo manifestado; y creemos que de estos antecedentes resulta: que el conocimiento de las leyes que rijen la resistencia y el movimiento de los fluidos deja aún mucho que desear; que bajo el punto de vista de la práctica se han obtenido resultados bastante satisfactorios en muchos casos, y encontrado fórmulas mas ó menos empíricas, que usadas con criterio, dan una suficiente aproximacion; pero que en otros muchos el Ingeniero queda entregado á una especie de instinto, fundado en analogías mas ó menos acertadas, que á veces le ocasionan dolorosas decepciones. Que bajo el punto de vista científico es mucho

lo que falta hacer, siendo casi imposible llegar à priori á una teoría completa y general, porque no conocemos la naturaleza íntima de los fluidos y las leyes que rijen sus acciones moleculares; que es por consiguiente necesario aproximarse á este conocimiento, valiéndose de multitud de observaciones y experimentos delicados que cada vez proporcionan un nuevo dato y una nueva base, y que analizados, combinados, y vista su mútua dependencia, quizá conduzcan al fin deseado.

Tal vez con los materiales acumulados hasta el dia, examinados detenidamente, pudiera darse ya un gran paso; tal vez los trabajos de *Hagembach* sobre la fuerza de adherencia, y los magníficos experimentos de *Plateau* sobre el equilibrio de los líquidos sin peso, unidos al singular experimento de la rueda de Aston, haciendo marchar un buque con notable celeridad por solo la adherencia de un disco con el agua, sirvan para acabar de determinar las leyes de la cohesion y de la adherencia, que tanta influencia tienen en las del movimiento y resistencia de los fluidos.

Esperemos que este momento no se dilate, y entre tanto esta Academia, compuesta de personas tan eminentes por sus conocimientos en los diferentes ramos del saber humano, no contribuirá poco al adelanto de la ciencia de que nos hemos ocupado, haciendo que se emprendan concienzudamente los estudios que en todas partes se siguen con afan, y consiguiendo que, como en tiempo de D. Jorge Juan, España no desmerezca en esta clase de trabajo. La ocasion no puede por otra parte ser mas propicia, pues en la época de progreso en que se encuentra la Nacion, con tantos trabajos hidráulicos emprendidos y los que han de emprenderse, dirijidos por personas muy competentes, nada mas facil que imprimir la marcha que debe seguirse en las observaciones, señalar los huecos que falta llenar, y fijar la série de datos que deben recojerse. El Gobierno no podrá menos de oir los votos de estas eminencias del saber cuando reclamen sus auxilios para obtener resultados que han de reportar grandísimas ventajas á todos los servicios públicos. Por otra parte, las corporaciones facultativas y científicas que tienen aquí sus representantes, pueden contribuir y contribuyen á este fin con sus enseñanzas, y solo necesitan emprender con los recursos necesarios

los experimentos que mas se ligan con el servicio que les corresponde.

Ya la *Junta de Estadística* ha inaugurado una série de trabajos hidrométricos que, seguidos con constancia, han de dar resultados de sumo interés. Las curvas de velocidades, que hemos tenido ocasion de examinar recojidas en muchos rios de esta provincia en toda la anchura y por capas equidistantes del fondo, empleando diferentes instrumentos hidrométricos, forman en nuestro concepto un trabajo que no debia abandonarse, y que, por el contrario, debe procurarse perfeccionar cuanto sea posible. Ya dan mucha luz las citadas curvas acerca de la exactitud relativa de los diferentes aparatos hidrométricos, y dejan ver de un modo claro la variabilidad de las velocidades en una misma vertical, confirmando las indicaciones de Boileau y algunos otros experimentadores, de que no es la mayor en la superficie sino á una cierta distancia de esta.

Tales son los servicios que directa ó indirectamente pueden prestar á la ciencia, y al desarrollo de las mejoras materiales del pais, los hombres eminentes que se han dignado asociarme á sus tareas. ¡Ojalá me fuera dado con mis débiles fuerzas auxiliarles en sus investigaciones, siquiera fuera en lontananza!=He dicho.

# CONTESTACION

AL

# DISCURSO ANTERIOR,

POR EL

## EXCMO. SR. DON LUCIO DEL VALLE,

ACADEMICO DE NUMERO.

---

## Señores:

Estraño parecerá que la persona á quien en virtud de lo prescrito en el Reglamento se ha conferido el encargo de contestar al notable discurso que acabais de oir, sea, sin duda, la menos autorizada de las que componen la Academia, así por su poca antigüedad en ella, como por las escasas dotes que para verificarlo con acierto reune; y estas poderosas razones nos hubieran hecho declinar tan señalada honra, si á ello no se hubieran opuesto con fuerza irresistible los lazos de amistad y compañerismo que ha muchos años nos unen con el nuevo Académico, y la respetuosa deferencia que merecen cuantas disposiciones emanan de nuestro dignísimo Presidente. Muévenos, además, á tomar sobre nuestros débiles hombros tan superior tarea, la memoria del padre de nuestro nuevo colega, sagrada é imperecedera para todos los que nos hemos dedicado á una carrera que con tanta inteligencia llegó á crear aquel, y que con tanto acierto y perseverancia consiguió fomentar,

aclimatar y enaltecer entre nosotros. El orden, el método, la severa disciplina que desde su origen en 1834 se observaron en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, obra esclusiva fueron del Ilmo. Sr. D. Juan Subercase, á cuyas acertadas disposiciones se debieron los sazonados frutos que desde su principio se obtuvieron de ella; y en tanto grado lo fueron, que aquel método, aquel rigor, aquella disciplina han servido de norma y de modelo á las demás escuelas especiales que despues se han establecido en nuestro pais. Dispénsenos la Academia esta ligera digresion; es el desahogo de un alma agradecida á la memoria del que fue su maestro y su amigo, renovada hoy con la circunstancia de haber de contestar en este solemne acto al discurso que acaba de leer el hijo de tan sábio como esclarecido varon.

La investigacion de las leyes que rigen el movimiento y la resistencia de los fluidos, los trabajos emprendidos desde los tiempos mas remotos hasta nuestros dias á fin de conocer dichas leyes y sacar de ellas importantísimas deducciones para las ciencias de aplicacion; las inmensas dificultades que para conseguirlo se encuentran, y las tinieblas y dudas que aún cubren y rodean estos estudios; tales son los puntos que han servido de tema al erudito discurso del Sr. Subercase. Con sagaz entendimiento, con el acertado criterio de un espíritu analítico, y con la competencia que da una larga práctica en la enseñanza de estas materias, ha sabido poner de relieve la historia razonada de las aplicaciones mas interesantes á esta parte de la Mecánica, manifestando las escasas tentativas hechas en la antigüedad para descubrir los verdaderos principios en que descansa tan util ciencia; las mas numerosas y perfectas, pero incompletas aún, practicadas en los tiempos modernos; las dificultades que se oponen á alcanzar el grado de exactitud que fuera de desear; habiéndonos indicado, en fin, la diferencia que existe entre los varios ramos de los conocimientos humanos que, fundándose algunos en ciertas ideas abstractas del tiempo y del espacio, pueden adquirir todo el desarrollo de que son susceptibles á esfuerzos solo del talento y de la imaginacion del hombre, pero que dependiendo otros de los datos de la experiencia, no es facil obtengan nunca mas que una

perfeccion relativa, ó sea un grado mayor ó menor de aproximacion á la exactitud ideal.

Empero si bien es cierto que no podrá llegarse á la perfeccion verdaderamente matemática en las ciencias de aplicacion como la hidráulica, todavía los resultados obtenidos con el estudio y la observacion. ayudados con los progresos de las demás ciencias accesorias, y con los delicados aparatos é instrumentos que suministran los adelantos de las artes de construccion en todos los ramos, y fundados en experimentos repetidos y comprobados con sumo criterio é imparcial meditacion, son ya tan numerosos, que han permitido dirijir con acierto y dar feliz cima á las obras mas importantes de nuestros dias.

No vamos á seguir al Sr. Subercase en la reseña que hace de las tentativas y trabajos que tuvieron por objeto investigar las leyes del movimiento y resistencia de los fluidos, partiendo de la obra *Insidentibus humido* del célebre Arquímedes, que es tal vez la mas antigua que se posee sobre la mecánica de los líquidos, por mas que no se ocupara sino del equilibrio de los mismos, ó por mejor decir, del de los cuerpos sumergidos en ellos: ni los trabajos de este distinguido geómetra pudieron hacer adelantar un paso á la ciencia del movimiento de los fluidos, que todavía estaba por crear; ni las ingeniosas máquinas inventadas por Heron de Alejandría y otros, tales como las bombas, sifones, relojes de agua, fuentes de compresion, etc., tienen nada que ver con los principios del movimiento de los fluidos; todas ellas se refieren á cuestiones de equilibrio, y las verdades de esta parte de la ciencia precedieron 18 siglos á las del movimiento: mas aún, se establecieron de muy antiguo molinos de agua, que exijieron naturalmente conducciones mas ó menos prolongadas; construyéronse acueductos, puentes y otras obras análogas sin conocer las leyes del movimiento de las aguas, sin que la hidráulica hubiera iluminado con la purísima luz de la ciencia las cuestiones de que se trataba, ni enseñado las condiciones que debieran satisfacerse para conseguir el acierto. Solo la casualidad, solo la vulgar experiencia que, sin poner el hombre nada por su parte le presentaba la naturaleza en los rios y torrentes, fueron las únicas guias que por espacio de años y de siglos sirvieron de inseguro norte

para dirijir tan importantes trabajos: así se observa, en las colosales obras hidráulicas que nos dejaron los romanos en todos los puntos del globo á que estendieron su vasta dominacion, la prueba mas concluyente de su poderío y riqueza, pero tambien de sus no grandes conocimientos en la ciencia de los fluidos.

¡Pero qué mucho que esto aconteciera, dice muy acertadamente el Sr. Subercase, cuando todos los ramos del saber humano que pudieran ilustrar semejante género de estudios estaban tan atrasados, que ni aun podia emplearse en las nivelaciones un sistema capaz de hacer apreciar con la suficiente exactitud varias de las causas que influyen en el movimiento de las aguas! ¡Qué mucho, añadimos nosotros, que no se conocieran en la antigüedad las leyes de este movimiento, si no se tenia siquiera idea de la presion atmosférica, hasta que Galileo admiró al mundo demostrando que no era el *horror que la naturaleza tenia al vacío* lo que hacia subir el agua en las bombas, sino un efecto natural de la misma presion! Si tales eran y tan deleznables los fundamentos de la antigua física aun en las cuestiones de equilibrio, no debe estrañarse en manera alguna la completa ignorancia de los principios de la hidrodinámica, que necesitaban para ser descubiertos de mas observacion, de mas delicados medios de observar, del concurso de otras ciencias todavía no creadas, y del auxilio de las artes, que tampoco podian prestársele con fruto á causa del atraso en que se encontraban. Facil es por lo tanto asegurar que, despues de las poco exactas ideas sobre el movimiento de los fluidos que se tenian en Roma, y que se atribuyen á *Sexto Julio Frontino*, en la larga noche de mas de 12 siglos que sucedió en toda la Europa á la caida del Imperio Romano, no se dió un solo paso en este asunto, como tampoco se progresó en otras muchas cuestiones científicas de la mayor importancia.

Despues de los primeros ensayos de Torricelli sobre el movimiento del agua que sale por orificios pequeños, solo se encuentran esfuerzos aislados é incompletos acerca de tan importante punto, hasta que Daniel Bernouilli expuso por primera vez en 1783 una teoría general del equilibrio y movimiento de los fluidos, que si bien distaba mucho de la perfeccion, mejorada y completada con los trabajos teóricos y

prácticos de Maclaurin, Euler, Lagrange, D. Jorge Juan, Bossut, Dubuat, Coulomb, Prony, Eytelwein, Poncelet y tantos otros hombres eminentes como han dedicado sus esfuerzos á esta clase de investigaciones, la ciencia del movimiento de los fluidos ha llegado á adquirir bajo el punto de vista teórico, y mas aún bajo el aspecto práctico, una estension, un desarrollo, una exactitud que estaba lejos de poderse siquiera sospechar en tiempo de Galileo, y que si, como dice muy acertadamente el autor del discurso á que tenemos la honra de contestar, el conocimiento rigoroso de las leyes hidrodinámicas deja mucho que desear todavía, los resultados modernamente conseguidos en la práctica son tan grandiosos y tan relativamente perfectos, que no tienen comparacion con los obtenidos en otras épocas en análogas circunstancias; en prueba de lo cual nos permitiremos llamar vuestra ilustrada consideracion sobre algunas de las muchas cuestiones que hacen resaltar notablemente aquella diferencia.

No pueden menos de remontarse á la mayor antigüedad los trabajos relativos á la conduccion de las aguas, puesto que las necesidades de la agricultura, por atrasada que estuviese, las de la industria, por rudos que fueran sus primeros productos, y sobre todo las de la seguridad y la misma subsistencia de los hombres, los hacian indispensables. Prescindiendo de las citas históricas que nos dan diferentes autores de haber sido conocidos los riegos entre los pueblos primitivos que fijaron su residencia en el norte de Africa y en el mediodía de Europa y de Asia, son muchos los vestigios que manifiestan que, efectivamente, desde los tiempos mas antiguos se vieron obligados los hombres á evitar por medio del agua los perniciosos efectos ocasionados por los climas secos y cálidos en la produccion de las tierras; pero en aquellas épocas remotas en que no se tenia idea alguna de los principios que rigen el movimiento de los líquidos, y en las que se carecia además de los elementos necesarios para determinar con acierto los datos precisos para la resolucion de estas cuestiones, ¿qué marcha podia adoptarse, ni qué reglas seguirse para llevar á cabo las obras de conduccion de aguas? Ya lo hemos indicado antes; las que aparentemente seguia la misma naturaleza; las que suministraban las observaciones de la mas vulgar experiencia.

Cuando se consideraban las acequias como rios de menor consideracion, no es de estrañar se contentaran con obtener en aquellas lo que en estos se advertia, á saber, el movimiento del agua. Cuando la experiencia solo hacia ver que corria esta por la superficie de la tierra buscando los parajes mas bajos y formándose así sus cauces naturales, no debe chocar que al abrir los artificiales procediese el hombre con tal inseguridad, y se aconsejase y se diera por precepto invariable el de empezar los trabajos por el estremo ó cabecera superior, por el origen mismo de la toma del agua, para que en su curso manifestara esta las escavaciones y demás obras que habian de practicarse. Cuando mas tarde se poseyeron algunos instrumentos de nivelacion, pero tan poco precisos y delicados como el nivel de albañil y el de agua, no debe tampoco causar estrañeza que para asegurar el resultado, para obviar las muchas causas de error que inevitablemente ofrecian, se dieran pendientes exajeradas á las conducciones; y así y todo podrian citarse ejemplos de canales emprendidos y abandonados en seguida por no haber sido capaces de que corrieran por ellos las aguas. Cuando, como sucedia hasta mediados del siglo pasado, se consideraba que la velocidad de las diferentes partículas de una masa líquida en movimiento iba creciendo desde la superficie hasta el fondo en una misma vertical, nadie se admirará de que se ignorase la velocidad mas conveniente, y la forma y dimensiones que habria de afectar como mas apropiadas un canal determinado.

Dada esta falta de conocimientos no cabia exijir otra cosa en las antiguas obras hidráulicas de conduccion, y eran consiguientes los defectos de que adolecian, el enorme coste que originaban, y el pequeño resultado que producian en proporcion á los inmensos sacrificios que tenian que hacerse para llevarlas á cabo. ¿Será preciso presentar ejemplos que atestigüen esta verdad? No lo creemos ciertamente necesario dirijiéndonos á la ilustrada corporacion y al distinguido concurso que nos escucha; muchos pudieran citarse en los diversos paises, algunos sin salir tambien del nuestro. Sabido es que en no pocas de las acequias y canales antiguos de las provincias meridionales de España, construidos casi esclusivamente para el uso de la agricultura, se han

concedido modernamente unos tras otros diversos establecimientos industriales. ¿Y qué prueba esto sino que aquel canal, aquella acequia, aquella conduccion de aguas hecha solo con un objeto determinado, no llenaba tan satisfactoriamente como debia exijirse el referido objeto? Si se pueden establecer y se han planteado en efecto muchos de esos artefactos, es porque en la primitiva conduccion se habia desperdiciado caida, perjudicando tal vez á la conservacion del mismo canal, y dejando sin riego terrenos que, con mas inteligencia en el primitivo proyecto, pudieran haber disfrutado de este reconocido beneficio.

Ahora bien, ¿qué comparacion tienen esas antiguas obras de canalizacion con las que de la misma clase vienen ejecutándose en la actualidad? Los interesantes estudios teóricos y prácticos que indica el Señor Subercase en su discurso, y especialmente los de los célebres Coulomb, Prony y Eytelwein, han hecho conocer, siquiera sea aproximadamente, las leyes del movimiento de los fluidos por cauces naturales y artificiales; la resistencia debida al contacto del líquido por estos mismos cauces, atendida su forma, dimensiones y pendiente, el efecto de la velocidad en la degradacion de las paredes y solera, variable naturalmente segun su disposicion y los materiales de que estén fabricados: así es que agregando á las condiciones que de este conocimiento resultan las propiedades que deben poseer las aguas con arreglo al uso á que se destinan, puédense fijar el área de la seccion transversal, la forma y dimensiones del perímetro mojado, y la inclinacion mas conveniente en cada caso particular; y en tales términos que solo de aquel modo se obtendrá la mínima cantidad de obras de tierra y de fábrica, solo con aquella pendiente tendrán las aguas la prudente velocidad que necesitan, y solo mediante aquellas condiciones alcanzarán las obras la solidez indispensable con el menor gasto posible.

En los canales que ahora se construyen para el uso esclusivo de la agricultura y de la navegacion, no cabe el establecer molinos ú otros artefactos, como se ha verificado en los antiguos, porque esto indica un esceso de velocidad, una pérdida de altura en detrimento del buen servicio y del mayor aprovechamiento de las aguas: si ese escesivo desnivel existe, tambien se utiliza en las acequias modernas, pero con

inteligencia suma, disponiendo los saltos de agua allí donde las circunstancias del terreno los hagan indispensables, ó donde el consumo ó la abundancia de las primeras materias les den un gran valor como fuerzas motrices; pero el resto del canal, ó sea su trayecto general, va siempre en tramos de muy corta inclinacion para lograr con mas ventajas los importantes fines á que se destina.

Tan beneficiosos resultados no podian de seguro obtenerse en las antiguas conducciones de agua, aun en el supuesto de que se conocieran entonces las causas que en ellos influian, y se hubieran rectificado las ideas inexactas que hasta los hombres mas distinguidos abrigaban sobre tales materias, porque era preciso reunir á los conocimientos científicos los adelantos de las artes mecánicas, para apreciar bien los varios datos prácticos que entran en la resolucion de las diferentes cuestiones de hidráulica: así, por ejemplo, el principio de la conduccion es harto facil de comprender, pero no puede practicarse debidamente si no se poseen los instrumentos adecuados al efecto; y cuando los niveles que se empleaban eran tan groseros, y las miras para determinar las alturas tan inseguras, y las medidas para las distancias tan inexactas, claro es que no podia aspirarse ni pensarse siquiera en el grado de precision á que permite llegar en la actualidad la esmerada fabricacion de nuestros niveles de aire, de nuestras miras parlantes, y de todos los mecanismos modernos que sirven para medir las longitudes.

Conocidos eran de nuestros antecesores los sifones invertidos; pero ignorando las leyes que rijen en el movimiento del agua por tales conductos, y faltos de los que con tan escelentes condiciones suministra ahora la adelantada fabricacion del hierro, ni establecian aquellos sino raras veces, ni lo verificaban sin sacrificar una parte considerable de la carga, por no esponerse á que quedaran inservibles para el paso del agua.

Hoy, que por una parte el palastro y la fundicion proporcionan tubos casi del diámetro que se quiera; hoy, que es facil determinar la resistencia de estos mismos tubos por medio de la prensa hidráulica; y hoy, por último, que el estado de la ciencia permite apreciar, como

dejamos manifestado, si no de una manera matemáticamente exacta, con sobrada aproximacion para los resultados prácticos, la pérdida de velocidad y de altura que experimenta el agua en las cañerías segun su diámetro, su longitud desarrollada y los ángulos que formen los diferentes elementos de que se compongan, pueden facilmente establecerse los sifones siempre que la economía ó el buen servicio lo aconseje.

Antes de ahora hacíanse tambien distribuciones de agua en las poblaciones; pero careciendo de los conocimientos necesarios para resolver esta cuestion, de suyo muy compleja, no podia serlo sino dejándose guiar por una práctica tan incompleta como poco segura, dando margen á multitud de errores inevitables. En la actualidad, volvemos á repetirlo, los adelantos hechos en la hidráulica permiten establecer una acertada red de distribucion, determinando con suficiente exactitud las secciones, alturas y demás, segun sean las necesidades que haya que satisfacer, el caudal de agua disponible, los desniveles de la localidad, etc., etc.

Agreguemos á estas consideraciones la idea mas exacta que ahora se tiene de la medida de las aguas corrientes, primer elemento de los que funcionan en todas las cuestiones que se refieren á las mismas. Cuando el aforo se hacia, como aún desgraciadamente se verifica en la mayor parte de los casos ordinarios, por *muelas*, por *plumas*, por *tejas*, por *reales*, cuyas dimensiones y circunstancias estaban fijadas con vaguedad é inexactitud, y eran á veces del todo indeterminadas, no era dable adquirir con seguridad el conocimiento de la masa de agua de que se trataba, ni adoptar por lo tanto los medios y las disposiciones convenientes para conducirla de un paraje á otro, ya fuese con objeto de elevarla á cierta altura, ya con el de practicar una distribucion cualquiera. Aún se carece de un *módulo* legal para el aforo de las aguas corrientes, falta que ciertamente es bien de sentir, y que sería muy de desear desapareciera, fijándose en el Código de aguas, que acaso no esté lejos de publicarse, el valor legal del *módulo*, no sin tener presentes, para evitarlos, los defectos que se reconocen en el milanés y los demás de Italia, y sobre todo en el marco de Madrid: mas á pesar de

que no se posea todavía tan útil tipo, se tiene al menos un conocimiento bastante exacto de las circunstancias todas que deben tenerse en cuenta al verificar las mediciones de las aguas; y haciendo uso de las fórmulas apropiadas á los diversos casos, y de las correcciones que una práctica ilustrada y un análisis concienzudo de numerosos esperimentos han dado á conocer que deben introducirse en ellas, determinando la fórmula y dimensiones de los orificios en unos casos y de las secciones en otros, la altura de carga en los primeros y la velocidad en los segundos, y espresando en todos el volumen de agua que sale ó pasa cada unidad de tiempo . se tendrá un conocimiento suficientemente exacto de la masa de agua de que se trate, sea como volumen, sea como fuerza motriz.

Y ya que de fuerza motriz hablamos, no podemos dejar de decir dos palabras sobre una de las aplicaciones mas interesantes del movimiento de las aguas; las máquinas hidráulicas y las bombas.

Respecto á las primeras, en que el agua obra como una fuerza que utiliza en alto grado la industria, es bien sabido que apenas se conocieron hasta no hace muchos años mas que las ruedas horizontales de cubillo y de canal abierta, las verticales de paletas planas recibiendo el agua por la parte inferior, algunas de cajones y varias otras de escasísimo uso, pero tan mal dispuestas en su mayor parte, tan imperfectamente construidas no solo por el atraso de las artes sino por las erradas condiciones á que se queria satisfacer, que apenas se aprovechaba el 20 ó 25 por 100 del trabajo disponible del motor, y no se tenian medios adecuados para adaptar convenientemente aquellos mecanismos á las diversas circunstancias en que este motor podia encontrarse.

¡Cuán diferente es, Señores, lo que en el dia se verifica sobre este particular! Ante todas cosas en la acualidad el principio de las fuerzas vivas, en virtud de los adelantos de la ciencia, sirve para hacernos apreciar la potencia disponible del motor, la que se trasmite al receptor, la que se pierde por las resistencias pasivas, y la que en definitiva se aprovecha en el trabajo útil á que la máquina se halla destinada.

De este estudio, y del examen de las diversas condiciones que hay que satisfacer, se derivan naturalmente las que debe tener el receptor

de que se trate, se determinan la forma y dimensiones de sus distintos elementos, se fija su velocidad, se sabe si esta puede variar sin grave perjuicio de la cantidad de trabajo aprovechado, se deduce que para circunstancias diferentes deben serlo tambien los receptores que se empleen, y se encuentran, en fin, cuáles de estos son los mas acomodados, segun se disponga de un gran volumen de agua y poco salto, ó de mucho salto y poco volumen, ó de alturas y volúmenes regulares; para cuando se tiene precision de que el receptor camine con poca ó con mucha velocidad; para cuando se ha de producir un movimiento de rotacion, ó se necesita que sea rectilíneo alternativo. De este modo, y segun los casos, se construyen las ruedas de cajones, recibiendo el agua por el vértice, ó las de costado con paletas ó cajones, tomándola por enmedio, ó las de Poncelet con paletas curvas, en que el agua actúa por debajo, ó bien se establecen las turbinas de Fourneyron, de Cadiat, de Fontaine, de Jonval-Koechlin, de Girard, las máquinas de columnas de agua de Reichembach y de Juncker, ú otro cualquiera de los muchos receptores hidráulicos que ahora se poseen, y en los cuales, merced á los progresos científicos y artísticos, el efecto util, limitado en las máquinas antiguas á un 20, á un 10, y á veces á solo un 5 por 100, se ve subir hoy á 50, 60, 70 y aun al 85 por 100. Tales son los brillantes resultados obtenidos del mayor conocimiento que en nuestra época se tiene de estas materias, por mas que no se haya alcanzado todavía la apetecible perfeccion matemática.

Y ya hemos indicado antes que lo propio se observa en los aparatos destinados á la elevacion de las aguas. Desde las limitadas bombas de que se hacia uso cuando aún se ignoraban sus principios fundamenles; desde la rosca de Arquímedes, que no deja de ser una máquina importante para ciertos trabajos; desde los rosarios, azuas y norias antiguas, de tan escasos resultados casi siempre, á los variados y poderosos aparatos empleados en la actualidad, hay una distancia inmensa. La enorme masa de agua que levanta á poca altura la bomba de Appold. la altura de 230 metros á que la elevan las máquinas de Funcker en Bretaña, y la de 356 metros á que la suben las de Reichembach en Baviera; las ingeniosas bombas de todos géneros y para todos usos que

hoy se fabrican, así como los arietes y otras diversas máquinas hidráulicas, desconocidas completamente de los antiguos, llevan una superioridad muy marcada á las de que ellos se servian, siendo esto debido al mas exacto conocimiento de las leyes hidrodinámicas, al desarrollo y perfeccion de las artes mecánicas, y al empleo de materiales adecuados de que carecian por completo nuestros antecesores.

Si tan ventajosos resultados para satisfacer las necesidades del hombre se han obtenido por la determinacion bastante aproximada de las leyes á que se halla sujeto el movimiento de los fluidos, cuando estos se refieren á los que se caracterizan con el nombre de incompresibles, mayores son aún, y mas palpables y mas sorprendentes, los beneficiosos resultados conseguidos de los fluidos elásticos. ¡Qué diferencia, desde la época en que los filósofos miraban el aire como un sér incorpóreo, y le designaban con los nombres de eter, espíritu, soplo, vida, y los tiempos presentes, en que así su naturaleza como sus diferentes propiedades nos son perfectamente conocidas! Aquel aire, aquel soplo, aquellos vapores, pues todos los asimilaban al aire atmosférico, se han convertido en el motor mas poderoso puesto á la disposicion del hombre, y se han trasformado en una especie de palanca universal para vencer todas las dificultades, para ejecutar todos los trabajos, para satisfacer todas las necesidades de fuerza que pueda aquel experimentar.

No es nuestro intento referir aquí las escelencias del vapor, y de los demás motores que, como el aire caliente, el gas del alumbrado y otros, tienden á sustituir aquel, buscando la economía de gastos; tampoco es nuestro objeto hablar del principal papel que desempeña el vapor en los diferentes ramos de la industria moderna, así en las poderosas máquinas en que produce acumulada una fuerza colosal, único motor de vastos y complicados mecanismos, como en aquellas en que, distribuido á cada herramienta ó aparato, funciona bajo la inteligente direccion del obrero, reemplazando de un modo directo la accion mecánica de su mano, con notable aumento de fuerza y asombrosa uniformidad. Voz mas autorizada que la nuestra ha tratado ya en este mismo recinto de un asunto digno de preocupar la imaginacion; bien y harto

sabidas son además las numerosas é importantes aplicaciones del vapor, para que las repitamos de nuevo al ilustrado concurso de cuya benevolencia estamos abusando.

Las leyes descubiertas por Mariotte y por Gay-Lussac sobre los volúmenes que ocupa una misma cantidad de gas sometida á distintas presiones y temperaturas, tienen una gran influencia en la resistencia y movimiento de los fluidos: y por mas que no sean rigurosamente exactas, ni las mismas para todos ellos; por mas que no sean aplicables á los vapores sino en determinadas circunstancias, todavía son dichas leyes del mayor interés, sirven de mucho en las aplicaciones, y han permitido establecer principios y deducir consecuencias capaces de poder apreciar el gasto de los orificios, la seccion de los conductos ó cañerías, la fuerza elástica disponible, y la cantidad de trabajo que es dable obtener. Mas aún, experimentos modernos hechos con la mayor escrupulosidad y analizados con acertado criterio, han dado lugar á que el célebre Poncelet asiente, que los gases siguen en su movimiento á través de los orificios y de los tubos, entre límites muy estensos de presiones ó de longitudes de estos tubos, las mismas leyes que los líquidos, ó como si fueran perfectamente incompresibles, así como que experimentan tambien iguales resistencias y pérdidas de fuerza viva que los últimos: resultados ambos que han podido servir de base á la teoría del movimiento de los fluidos de aquel ilustrado geómetra, y han permitido calcular con bastante aproximacion las pérdidas de trabajo que experimenta el vapor en las máquinas de este nombre en su movimiento desde las calderas ó vasos donde se enjendra hasta los cilindros en que comunica su movimiento á los émbolos; las pérdidas al entrar en los tubos que le conducen desde la caldera, la que sufre en su paso por las diferentes válvulas, en su entrada en la caja de distribucion, en las luces ó lumbreras que le llevan al cilindro, y al desembocar en este; las pérdidas que experimenta segun la longitud de estos conductos, su diámetro, su relacion con el del émbolo, la velocidad de este y los diversos recodos que aquellos afectan; y á causa de tan útiles conocimientos, facil ha sido determinar para cada caso especial las formas, dimensiones y disposicion mas adecuadas de todas las diferentes

partes que constituyen el ingenioso mecanismo de una máquina de vapor.

Mas lejos pudiéramos llevar las observaciones que hemos empezado á apuntar, pero nos parece que lo espuesto basta para demostrar que si bien no son conocidas aún las leyes que rijen la resistencia y movimiento de los fluidos en el alto grado y con la exactitud que sería de apetecer, como acertadamente manifiesta en su discurso el nuevo Académico, Sr. Subercase, no es menos cierto tambien que los descubrimientos que se han hecho en los tiempos modernos sobre esta materia, ayudados por los progresos de las artes, han permitido alcanzar resultados interesantísimos para la práctica en todas las máquinas, en todas las construcciones, en todos los trabajos que se vienen ejecutando en los diversos paises del globo. Esperemos confiadamente que siguiendo el mismo camino, no queriendo forzar á la naturaleza y adivinar por completo sus leyes, sino observando sus resultados, consultando la experiencia, aplicando á ellos con recto juicio los principios mas incontrovertibles de la ciencia, uniendo, en fin, el estudio y la observacion, la teoría y la práctica, podremos obtener, ya que no la verdad absoluta, mayores grados de aproximacion, con los cuales proporcionaremos tambien de seguro grandes beneficios á la humanidad, que es la mas dulce recompensa para aquel destello de la Divinidad con que la Divinidad misma ha dotado al hombre, *el genio, la razon humana.*

---

FIN DEL TOMO III DE LA COLECCION Y I DE CIENCIAS FÍSICAS.



# ÍNDICE

## de las materias contenidas en esta 3.ª parte del tomo III de Memorias.


*Memoria* premiada con el *accessit* en el concurso público de 1861, relativa á la cuestion siguiente: *Demostrar con experimentos el fenómeno de la nitrificacion en general y las causas mas influyentes en la misma, exponiendo al propio tiempo los medios mas ventajosos de favorecer la nitrificacion de nuestro pais*, por *D. Ramon Torres Muñoz de Luna*, Catedrático de Química general en la Universidad Central. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 609

*Discurso* que sobre los progresos de la Geodesia leyó el Sr. *Don Frutos Saavedra Meneses*, en el acto de su recepcion de Académico numerario, el dia 23 de febrero de 1862. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 641

*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. Frutos Saavedra Meneses leyó el Excmo. Sr. *D. Vicente Vazquez Queipo*, Académico de número. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 665

*Discurso* sobre la importancia y aplicacion de los estudios geológicos, leido por el Sr. *D. Ramon Pellico* en el acto de su recepcion de Académico numerario el dia 18 de mayo de 1862. . . . . . . . . . . . . . . 679

*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. Ramon Pellico leyó el Ilmo. Sr. *D. Rafael de Amar de la Torre*, Académico de número. 691

*Discurso* leido por el Sr. *D. José Subercase* en su recepcion pública, el dia 1.° de junio de 1862. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 703

*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. José Subercase leyó el Excmo. Sr. *D. Lucio del Valle*, Académico de número. . . . . . . . 727

# ÍNDICE GENERAL

**de las materias contenidas en las tres partes de que consta el tomo III de la Coleccion de Memorias de la Real Academia de Ciencias exactas, físicas y naturales.**

## PRIMERA PARTE.

Páginas.


*Breve reseña* de la historia y progresos de la Astronomía: discurso leido por el Sr. D. *Antonio Aguilar y Vela* en la sesion pública de su recepcion como Académico numerario, celebrada el dia 6 de mayo de 1855........................................ 7

*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. Antonio Aguilar y Vela en el acto de su recepcion, leyó el Excmo. Sr. *D. Antonio Remon Zarco del Valle*, Presidente de la Academia.................... 27

*Estudio* del huracan que pasó sobre una parte de la Península Española el dia 29 de octubre de 1842, por el corresponsal nacional Sr. *D. Manuel Rico y Sinobas*................................ 45

*Noticia sobre las auroras boreales* observadas en España durante el siglo XVIII y parte del XIX, por el Sr. *D. Manuel Rico y Sinobas*. 77

*Informe* de la Real Academia de Ciencias sobre telegrafía eléctrica, presentado á la misma por una comision especial, compuesta de los Sres. *D. Vicente Santiago Masarnau, D. Manuel Rioz y Pedraja* y *D. Pedro Miranda*, redactor, y aprobado en sesion general de 29 de diciembre de 1854.................................. 95


## SEGUNDA PARTE.

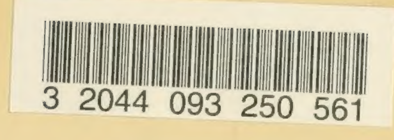

*Primera série de observaciones actinométricas* verificadas en Madrid desde el solsticio de invierno de 1854 hasta el de verano de 1855, por *D. Manuel Rico y Sinobas*................................ 187

*De la fermentacion alcohólica del zumo de la uva*, con indicacion de las circunstancias que mas influyen en la calidad y conservacion de los líquidos resultantes: memoria premiada por la Real Academia de Ciencias en concurso público, con arreglo al programa presentado por la misma para el año de 1857, por el Dr. *D. Magin Bonet y Bonfill*.......................................... 291
*Memoria* sobre los medios de mejorar y conservar los vinos en España, premiada con el *accessit* por la Real Academia de Ciencias de Madrid, en concurso público celebrado con arreglo al programa presentado por la misma para el año de 1857; por *D. José Elvira*. 483
*Discurso* que sobre los fenómenos de la electricidad atmosférica leyó el Sr. *D. Manuel Rico y Sinobas* en el acto de su recepcion como Académico numerario.................................. 513
*Discurso* que en contestacion al del Sr. *Don Manuel Rico y Sinobas* leyó el Excmo. Sr. *D. Antonio Remon Zarco del Valle y Huet*, Presidente de la Academia.................................. 587

## TERCERA PARTE.

*Memoria* premiada con el *accessit* en el concurso público de 1861, relativa á la cuestion siguiente: *Demostrar con experimentos el fenómeno de la nitrificacion en general y las causas mas influyentes en la misma, exponiendo al propio tiempo los medios mas ventajosos de favorecer la nitrificacion de nuestro pais*, por *D. Ramon Torres Muñoz de Luna*, Catedrático de Química general en la Universidad Central.......................................... 609
*Discurso* que sobre los progresos de la Geodesia leyó el Sr. *Don Frutos Saavedra Meneses* en el acto de su recepcion de Académico numerario, el dia 23 de febrero de 1862.......................... 641
*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. Frutos Saavedra Meneses leyó el Excmo. Sr. *D. Vicente Vazquez Queipo*, Académico de número.......................................... 665
*Discurso* sobre la importancia y aplicacion de los estudios geológicos, leido por el Sr. *D. Ramon Pellico* en el acto de su recepcion de Académico numerario el dia 18 de mayo de 1862.............. 679

*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. Ramon Pellico leyó el Ilmo. Sr. *D. Rafael de Amar de la Torre*, Académico de número. 691
*Discurso* leido por el Sr. *D. José Subercase* en su recepcion pública el dia 1.° de junio de 1862. .................................. 703
*Discurso* que en contestacion al del Sr. D. José Subercase leyó el Excmo. Sr. *D. Lucio del Valle*, Académico de número. ....... 727


3 2044 093 250 561

